

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

*«Συγκριτική αξιολόγηση της ανάπτυξης και της απόδοσης των
εμβολιασμένων φυτών τομάτας υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης
σε καλλιέργεια θερμοκηπίου και στην ύπαιθρο»*

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Σωτηρία Α. Βουτσελά

Βόλος 2011

*«Συγκριτική αξιολόγηση της ανάπτυξης και της απόδοσης των εμβολιασμένων φυτών
τομάτας υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης σε καλλιέργεια θερμοκηπίου και στην
ύπαιθρο»*

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Ιμπραχίμ- Αβραάμ Χα

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Ιμπραχίμ- Αβραάμ Χα Αναπληρωτής Καθηγητής

Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών

Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

2. Αθανάσιος Μαυρομάτης Επίκουρος Καθηγητής

Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών

Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

3. Νικόλαος Δαναλάτος Καθηγητής

Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών

Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	Σελ
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ	11
1.1.1 Γενικά	11
1.1.2 Βοτανικά γνωρίσματα	12
1.1.3 Θρεπτική αξία	13
1.1.4 Απαιτήσεις σε κλίμα	15
1.1.5 Απαιτήσεις σε έδαφος	17
1.1.6 Καλλιεργητικές φροντίδες	17
1.1.7 Συγκομιδή	20
1.1.8 Εχθροί, ασθένειες και φυτοπροστασία	21
1.1.9 Φυσιολογικές ανωμαλίες	24
1.1.10 Γενετική βελτίωση	26
1.2 ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ.....	28
1.2.1 Γενικά	28
1.2.2 Εμβολιασμός και καλλιέργεια τομάτας	31
1.2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εμβολιασμένης τομάτας	33
1.2.4 Λόγοι εφαρμογής εμβολιασμού	34
1.2.5 Μέθοδοι εμβολιασμού	37
1.3 ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	38
1.3.1 Γενικά	38
1.3.2 Επιδράσεις της αλατότητας στα φυτά τομάτας	39
1.3.3 Προσπάθειες βελτίωσης της ανθεκτικότητας στην αλατότητα των φυτών τομάτας.....	43
1.3.4 Απόκριση στην αλατότητα των εμβολιασμένων φυτών	45
1.3.5 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας στην αλατότητα των εμβολιασμένων φυτών .	48
1.4 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	53
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	54
2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	55
2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΥΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ	56
2.2.1 Πειραματικό σχέδιο	56
2.2.2 Προετοιμασία πειραματικών τεμαχίων.....	58
2.2.3 Άρδευση	58

2.2.4	Λίπανση	59
2.2.5	Καταπολέμηση εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων	59
2.2.6	Υποστύλωση και κλάδεμα	59
2.3	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	60
2.3.1	Ανάπτυξη	60
2.3.2	Συγκομιδή-Παραγωγή	61
2.3.3	Νωπό βάρος, ξηρό βάρος	61
2.3.4	Στατιστική ανάλυση	61
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	63
3.1	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	64
3.1.1	Ύψος φυτών	64
3.1.2	Κόμβοι	66
3.1.3	Άνθη	69
3.1.4	Πράσινοι καρποί	71
3.1.5	Απόδοση	74
3.1.5.1	Αριθμός καρπών	74
3.1.5.2	Βάρος καρπών	76
3.1.6	Συνολική απόδοση	78
3.1.6.1	Συνολικός αριθμός καρπών	78
3.1.6.2	Συνολικό βάρος καρπών	79
3.1.7	Νωπό και ξηρό βάρος	80
3.2	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΥΠΑΙΘΡΟΥ	84
3.2.1	Ύψος φυτών	84
3.2.2	Κόμβοι	87
3.2.3	Άνθη	90
3.2.4	Πράσινοι καρποί	93
3.2.5	Απόδοση	96
3.2.5.1	Αριθμός καρπών	96
3.2.5.2	Βάρος καρπών	98
3.2.6	Συνολική απόδοση	101
3.2.6.1	Συνολικός αριθμός καρπών	101
3.2.6.2	Συνολικό βάρος καρπών	102
3.2.7	Νωπό και ξηρό βάρος	103
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	107
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	116
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	126

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον κ. Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα, που υπήρξε και επιβλέπων καθηγητής μου, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα στα πλαίσια της μεταπτυχιακής μου διατριβής και για την βοήθεια και την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αθανάσιο Μαυρομάτη και τον κ. Νικόλαο Δαναλάτο για την συμμετοχή τους στην Τριμελή Συμβουλευτική Επιτροπή και για τις πολύτιμες επισημάνσεις τους κατά τη διόρθωση του κειμένου. Ακόμη, τον κ. Σπύρο Σουίπα, υπεύθυνο του αγροκτήματος της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας καθώς και το προσωπικό του αγροκτήματος. Τέλος, θα ήθελα ευχαριστήσω την εταιρία *Agrosystem*, για την παραχώρηση των αυτόρριζων και εμβολιασμένων φυτών τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Καλλιέργεια τομάτας (*Lycopersicum esculentum*) εφαρμόστηκε σε συνθήκες θερμοκηπίου και υπαίθρου με σκοπό τη μελέτη της ανάπτυξης και την εκτίμηση της απόδοσης εμβολιασμένων φυτών τομάτας υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν φυτά τομάτας της ποικιλίας Despina σε επτά συνδυασμούς: αυτόρριζα (μάρτυρας), εμβολιασμένα πάνω σε φυτά τομάτας της ίδιας ποικιλίας Despina και εμβολιασμένα πάνω σε πέντε νέα υποκείμενα. Οι παραπάνω μεταχειρίσεις εμβολιασμού και η αυτόρριζη ποικιλία μάρτυρας συνδυάστηκαν με τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας (NaCl): καθαρό νερό (0,69 mS/cm), νερό μεσαίας αλατότητας (3 mS/cm) και νερό υψηλής αλατότητας (6 mS/cm). Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν για κάθε τύπο φυτού ήταν: α) το ύψος των φυτών, β) ο αριθμός των κόμβων ανά φυτό γ) ο αριθμός των ανθέων ανά φυτό, δ) ο αριθμός των πράσινων καρπών ανά φυτό ε) η απόδοση (αριθμός και βάρος των καρπών) και στ) το νωπό και το ξηρό βάρος του υπέργειου και υπόγειου τμήματος των φυτών.

Μετά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων, όσο αφορά στη βλαστική ανάπτυξη των φυτών στο θερμοκήπιο δεν προκύπτουν σαφή συμπεράσματα, ενώ στην υπαίθρια καλλιέργεια τα εμβολιασμένα φυτά έδειξαν μια υπεροχή έναντι της αυτόρριζης ποικιλίας και στα τρία είδη αρδεύσεων. Όσο αφορά στον αριθμό των ανθέων στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια και συγκεκριμένα στην άρδευση με καθαρό νερό όταν υπήρξαν διαφορές πλεονεκτούσε η αυτόρριζη ποικιλία, ενώ στις αρδεύσεις με αλατότητα εξίσου καλή συμπεριφορά είχε η αυτόρριζη ποικιλία με ορισμένους από τους συνδυασμούς των εμβολιασμών. Στην καλλιέργεια της υπαίθρου, τα περισσότερα άνθη φαίνεται να είχαν τα φυτά του εμβολιασμού έναντι της αυτόρριζης ποικιλίας στις περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια, όπου προέκυψαν διαφορές στον αριθμό των πράσινων καρπών των φυτών και στα τρία είδη αρδεύσεων ήταν με υπεροχή των εμβολιασμών. Στην υπαίθρια καλλιέργεια προέκυψε το ίδιο αποτέλεσμα εκτός από την άρδευση με καθαρό νερό, όπου εξίσου καλή συμπεριφορά είχε και η αυτόρριζη ποικιλία. Τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο, οι μεταχειρίσεις δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στο συνολικό αριθμό των καρπών στην άρδευση με καθαρό νερό. Σε συνθήκες αλατότητας, η αυτόρριζη ποικιλία στο θερμοκήπιο είχε τη χαμηλότερη απόδοση όσο αφορά στον αριθμό των καρπών, ενώ

οι εμβολιασμοί υπερείχαν. Στην ύπαιθρο διαφορές παρατηρήθηκαν μόνο στη μεσαία αλατότητα, όπου οι αποδόσεις της αυτόρριζης ποικιλίας δε διέφεραν στατιστικώς σημαντικά από τους εμβολιασμούς πλην του Π3. Όσο αφορά στο συνολικό βάρος των καρπών, γενικά δεν καταγράφηκαν διαφορές τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο, παρά μόνο στην άρδευση με υψηλή αλατότητα στο θερμοκήπιο, όπου υπερείχαν οι εμβολιασμοί. Σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, στο θερμοκήπιο, ο εμβολιασμός της τομάτας είχε ως συνέπεια την αύξηση του συνολικού βάρους των καρπών σε σύγκριση με τη χρήση αυτόρριζων φυτών.

ABSTRACT

Tomato cultivation (*Lycopersicum esculentum*) was applied under greenhouse and open-field conditions in order to study the growth and evaluate the yield of grafted tomato plants under water stress. For this purpose tomato plants of the Despina variety were used in seven combinations: self-rooted (control), grafted on tomato plants of the same Despina variety and grafted on five new rootstocks. These grafting treatments and the self-rooted control variety, were combined with three different levels of salinity (NaCl): pure water (0,69 mS/cm), medium salinity water (3 mS/cm) and high salinity water (6 mS/cm). The characteristics studied for each plant type were: a) height of the plants, b) number of nodes per plant, c) number of flowers per plant, d) number of green fruits per plant, e) yield (number and weight of fruit) f) raw and dried weight of the over ground and underground part of the plants.

After the processing of the data, with regard to vegetative growth of plants in the greenhouse there are no clear conclusions, while in the field grafted plants showed superiority over the self-rooted variety in all three types of irrigation. As for the number of flowers in greenhouse cultivation and in particular to irrigation with pure water when there were differences the self-rooted variety had an advantage, while during irrigation with salinity equally good attitude had the self rooted variety with some of the combinations of graftings. In field cultivation, more flowers appear to have the grafted plants against the self-rooted variety in the cases observed differences between treatments. In greenhouse cultivation, where there are differences in the number of green fruits of plants and during the three types of irrigation were with predominance of graftings. In the field cultivation showed the same effect except for irrigation with pure water, where equally good behavior had the self-rooted variety. Both in the greenhouse and in the field treatments showed no differences between them regarding the total number of fruit in irrigation with pure water. In salinity conditions the self-rooted variety in the greenhouse had the lowest yield regarding the number of fruits, while the graftings excelled. In the field differences were observed only in medium salinity, where the yields of self-rooted variety did not differ statistically significantly from the graftings except the II3. With regard to the total weight of the fruit, is generally not reported differences in both the greenhouse and the field, only to irrigation with high salinity in the greenhouse, where the

graftings excelled. In conditions of high salinity in the greenhouse, tomato grafting led to the increase in the total fruit weight in comparison with the use of self-rooted plants.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

1.1.1 Γενικά

Η τομάτα ανήκει στην οικογένεια Solanaceae, στην οποία περιλαμβάνονται φυτά ετήσια, διετή ή πολυετή, ποώδη, θαμνώδη ή δενδρύλλια, όρθια ή αναρριχούμενα (Βαρδαβάκης, 1993). Η καλλιεργούμενη τομάτα, η οποία μέχρι πριν λίγα χρόνια ανήκε στο γένος *Lycopersicon esculentum* Miller ή στο *Lycopersicon lycopersicum* Karsten, ταξινομείται σήμερα στο γένος *Solanum lycopersicum* L., $2n=2x=24$ (Μπλέτσος, 2009).

Η τομάτα είναι το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο λαχανοκομικό είδος μετά την πατάτα της οικογένειας Solanaceae, η οποία περιλαμβάνει και την πιπεριά και μελιτζάνα. Ο πιθανός πρόγονος των σημερινών μεγαλόκαρων ποικιλιών τομάτας είναι η βοτανική ποικιλία *Cerasiforme* του είδους *Lycopersicon esculentum*, τα φυτά της οποίας παράγουν μικρούς καρπούς που καλλιεργείται σήμερα σε μικρή κλίμακα σε ορισμένες χώρες για κατανάλωση ή ως διακοσμητικό φυτό.

Πιστεύεται πως η τομάτα καλλιεργήθηκε αρχικά στο Μεξικό από του Ατζέκους και Ίνκας και στα μέσα του 16^{ου} αιώνα η καλλιέργεια της εισήχθη στην Ευρώπη. Η διάδοση της καλλιέργειας της τομάτας στις διάφορες περιοχές της γης ήταν σχετικά βραδεία, δεδομένου ότι αρχικά ο καρπός της θεωρούνταν τοξικός γιατί υπάγεται στην ίδια οικογένεια με ορισμένα φυτά που περιέχουν δηλητηριώδεις ή ναρκωτικές ή καθαρτικές ουσίες. Από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα η καλλιέργεια της τομάτας διαδόθηκε σε διάφορες χώρες με ταχύ ρυθμό, και ιδιαίτερα από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Στην Ελλάδα η καλλιέργειά της φαίνεται ότι άρχισε στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, αλλά η ραγδαία επέκτασή της παρατηρήθηκε μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο (Ντόγρας, 2001).

Η τομάτα (για νωπή και βιομηχανική χρήση) καλλιεργήθηκε το 2007 σε όλο τον κόσμο σε έκταση 46.262 χιλιάδες στρέμματα και παρήχθησαν 126.246 χιλιάδες τόνοι τομάτες (FAOSTAT). Στην Ελλάδα το 2008 καλλιεργήθηκαν για νωπή κατανάλωση υπαίθρια 115.229 στρέμματα και στα θερμοκήπια 21.146 στρέμματα και παρήχθησαν αντίστοιχα 409.610 και 193.873 τόνοι τομάτες (Προσωρινά στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων) (Μπλέτσος, 2009).

1.1.2 Βοτανικά γνωρίσματα

Η τομάτα είναι πολυετές φυτό, όταν αναπτύσσεται σε περιβάλλον στο οποίο η θερμοκρασία του αέρα δεν μειώνεται κάτω από τους 5-6°C, π.χ. στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές της γης. Πάντως σε όλες τις περιοχές της γης η τομάτα καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό, γιατί στις μεν εύκρατες περιοχές το φυτό δεν αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες των ψυχρών εποχών του έτους, ενώ στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές η παραγωγικότητα των πολυετών καλλιεργειών τομάτας είναι ασύμφορη για εμπορική εκμετάλλευση (Ντόγρας, 2001).

Ρίζα

Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια, όταν ο σπόρος σπέρνεται απευθείας στη μόνιμη θέση (Ολύμπιος, 2001). Η διάμετρος της «ριζόσφαιρας» της τομάτας μπορεί να φτάσει το 1,5 μέτρο κάτω από ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης. Η «πρωτογενής» ρίζα αναπτύσσεται συνήθως σε βάθος μεγαλύτερο του 0,5 μέτρου, όταν η σπορά γίνεται απευθείας στον αγρό (Ντόγρας, 2001).

Βλαστός

Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί που δίνουν πλευρικούς βλαστούς. Το σχήμα του βλαστού είναι κυλινδρικό και εσωτερικά είναι πλήρης. Ο βλαστός στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης του είναι τρυφερός, εύθραυστος, χυμώδης, μαλακός, αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός και αποκτά μηχανική αντοχή, χωρίς να ξυλοποιείται, και είναι σχετικά εύθραυστος. Η ανάπτυξη του βλαστού, όσον αφορά στο μήκος, καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες και διακρίνονται ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη βλαστών (indeterminate) ή με καθορισμένο μήκος (determinate) (Ολύμπιος, 2001).

Φύλλα

Τα πραγματικά φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα. Κάθε φύλλο αποτελείται από ζεύγη φυλλαρίων και παραφύλλων, με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη. Ο αριθμός των ζευγών φυλλαρίων σε κάθε φύλλο ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία, και από τη θέση του φύλλου επί του βλαστού. Τα φύλλα εμφανίζονται σε ελικοειδή διάταξη

πάνω στον βλαστό. Η επάνω επιφάνεια των φύλλων έχει χρώμα λαμπερό βαθύ πράσινο και η κάτω ελαιώδης ανοικτό πράσινο (Ολύμπιος, 2001).

Άνθη

Τα άνθη φέρονται σε ταξιανθίες τύπου «κύματος» με 4-12 άνθη, από τα οποία τελικά προκύπτουν μόνο 2-8 καρποί. Οι ταξιανθίες σχηματίζονται μεταξύ των δύο γονάτων στους βλαστικούς άξονες όλων των τύπων ποικιλιών καθώς και στην κορυφή των βλαστών των «αυτοκλαδευομένων» ποικιλιών (Ντόγρας, 2001).

Το άνθος φέρει πράσινο δερματώδη κάλυκα, που αποτελείται από πέντε ή περισσότερα σέπαλα, στεφάνη κίτρινη με πέντε ή περισσότερα πέταλα και πέντε ή περισσότερους στήμονες, ενωμένους στη βάση τους με τη στεφάνη και ενωμένους κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στύλο, που είναι συνήθως πιο κοντός, εγκλωβισμένος από τους ανθήρες. Η ωοθήκη είναι πολύχωρη και κάθε χώρος έχει πολλά ωάρια (Ολύμπιος, 2001).

Καρπός

Ο καρπός της τομάτας είναι ράγα, με χοντρό σαρκώδες περικάρπιο, λεπτή επιδερμίδα χωρίς στομάτια και με κηρώδη εφυμενίδα. Το σχήμα του συνήθως κυμαίνεται από σφαιροειδές ως απιοειδές ή κυλινδρικό. Το χρώμα του καρπού κατά την πλήρη ωρίμανση, ανάλογα με το χρώμα της σάρκας του περικαρπίου και της επιδερμίδας μπορεί να έχει τις εξής αποχρώσεις: κόκκινο, το οποίο προκύπτει από κόκκινη σάρκα περικαρπίου και κίτρινη επιδερμίδα, ρόδινο, το οποίο προκύπτει από κόκκινη σάρκα περικαρπίου και διάφανη επιδερμίδα, λαμπερό κίτρινο, το οποίο προκύπτει από κίτρινη σάρκα περικαρπίου και κίτρινη επιδερμίδα και θαμπό κίτρινο, το οποίο προκύπτει από κίτρινη σάρκα περικαρπίου και διάφανη επιδερμίδα (Ντόγρας, 2001).

1.1.3. Θρεπτική αξία

Τα σπουδαιότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού τομάτας είναι το χρώμα, η οξύτητα και τα στερεά διαλυτά συστατικά. Το χρώμα οφείλεται κυρίως στις καροτινοειδείς ουσίες, λυκοπίνιο και β-καροτίνιο. Η αναλογία των δύο χρωστικών

καθορίζει το τελικό χρώμα που αποκτά ο καρπός. Η ογκομετρούμενη οξύτητα και το pH κυμαίνονται σημαντικά ανάλογα με το γενότυπο. Η περιεκτικότητα του καρπού σε διαλυτές στερεές ουσίες (κυρίως σάκχαρα) επηρεάζεται σημαντικά από τις συνθήκες περιβάλλοντος (κυρίως θερμοκρασία, φως, υγρασία εδάφους, διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία) αλλά και από το γενότυπο.

Πίνακας 1: Σύσταση καρπού τομάτας (ανά 100 g νωπού βάρους)

	<i>Lycopersicum esculentum</i>	<i>Lycopersicum esculentum</i> (var. <i>Cerasiforme</i>)
Νερό, g	94.0	91.0
Ενέργεια, kcal	19	29
Υδατάνθρακες, g	4.7	7.2
Λίπη, g	0.1	0.1
Πρωτεΐνες, g	0.7	1.1
Σύνολο διαιτητικών ινών, g	1.0	1.4
Νιασίνη, mg	0.7	0.8
Ασβέστιο, mg	7	12
Φώσφορος, mg	26	29
Νάτριο, mg	3	4
Κάλιο, mg	210	290
Μαγνήσιο, mg	9	13
Σίδηρος, mg	0.2	0.4
Καροτένιο, ug	540	960
Φολικό οξύ, ug	22	35
Ασκορβικό οξύ, mg	15	32
Βιταμίνη E, mg	0.9	0.9

Πηγή: Food composition database of Sugiyama University, Japan (2004).

Η ποιότητα του καρπού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το στάδιο ωρίμανσής του κατά τη συγκομιδή. Όσο ο καρπός βρίσκεται επί του φυτού «συσσωρεύει» σάκχαρα, οξέα, βιταμίνη C και λοιπές θρεπτικές ουσίες, γι' αυτό και ο καρπός που φτάνει στο τελικό στάδιο ωρίμανσης επί του φυτού υπερτερεί σε ποιότητα από τους καρπούς που συγκομίζονται νωρίτερα και ωριμάζουν μακριά από το φυτό.

Ποσότητα 100 γραμμαρίων καρπού τομάτας εξασφαλίζει, περίπου, το 20% και το 40% αντίστοιχα της απαιτούμενης ημερήσιας ποσότητας προβιταμίνης A (β-καροτίνιου) και βιταμίνης C ενός ενήλικα (Ντόγρας, 2001).

Εκτός από τη συμβολή των θρεπτικών στοιχείων, του χρώματος και της γεύσης στη διατροφή, οι τομάτες είναι επίσης μια πολύτιμη πηγή αντιοξειδωτικών, ή χημείο-προστατευτικών προϊόντων, και μπορούν να ονομαστούν «λειτουργικά τρόφιμα» (Ranieri *et al.* 2004). Το αντιοξειδωτικό δυναμικό της τομάτας προέρχεται από ένα μίγμα αντιοξειδωτικών βιομορίων, όπως το λυκοπένιο, το ασκορβικό οξύ, τα φαινολικά, τα φλαβονοειδή και τη βιταμίνη Ε, και είναι ιδιαίτερα υψηλά στις τομάτες cherry (Kaur *et al.* 2004).

1.1.4 Απαιτήσεις σε κλίμα

Θερμοκρασία

Η τομάτα είναι ευπαθής σε θερμοκρασίες ψύχους, με άριστες θερμοκρασίες για βλάστηση και άνθηση ημέρας 25-30 °C και νύκτας 16-20 °C. Οι άριστες θερμοκρασίες για καρπόδεση είναι 18-24 °C, ενώ θερμοκρασίες κάτω από 12-13 °C και πάνω από 30-32 °C είτε δυσκολεύουν την καρπόδεση είτε δεν την επιτρέπουν. Η υψηλή θερμοκρασία και ιδιαίτερα όταν αυτή συνδυάζεται με ξηρό άνεμο, δεν επιτρέπει την παραγωγή «ζωντανής» γύρης ή μειώνει την διάρκεια ζωής της ή δυσκολεύει την διασπορά της από τους ανθήρες και τη μεταφορά στο στίγμα.

Η παραγωγή ξηρής ουσίας αυξάνεται καθώς ανεβαίνει η θερμοκρασία της ρίζας. Η άριστη θερμοκρασία ρίζας για τα νεαρά σπορόφυτα είναι περίπου 30 °C, όμως καθώς αναπτύσσεται το φυτό η άριστη θερμοκρασία μειώνεται. Σε θερμοκρασία ρίζας χαμηλότερη από 15 °C μειώνεται σημαντικά η ανάπτυξη του φυτού. Θέρμανση του εδάφους ενώ η θερμοκρασία αέρα παραμένει χαμηλή, προκαλεί καλή ανάπτυξη της ρίζας και σχετικά καλή βλαστική ανάπτυξη (Ντόγρας, 2001).

Φως

Η άριστη ένταση φωτός για την ανάπτυξη και την καρπόδεση της τομάτας είναι περίπου 50.000 lux. Το μήκος κύματος του φωτός καθώς και η φωτοπερίοδος δεν είναι τόσο σημαντικοί παράγοντες για την ανάπτυξη του φυτού τομάτας, όσο

σημαντική είναι η συνολική «ημερήσια ποσότητα ηλιακής ενέργειας» που «δέχεται» το φυτό.

Αν και η τομάτα θεωρείται ότι είναι ένα χαρακτηριστικό «μοντέλο» φυτού φωτοπεριδικά ουδέτερου, εντούτοις όταν η ολική ημερήσια «συσσωρευόμενη» φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία διατηρείται σε επαρκή επίπεδα, η άνθηση του φυτού επιταχύνεται σε μικρή φωτοπερίοδο. Συμπερασματικά, όσο αφορά στην ανθοφορία η τομάτα θεωρείται «ποσοτικά» φυτό βραχείας φωτοπερίόδου, ενώ «ποιοτικά» είναι ουδέτερο φωτοπεριδικά φυτό αφού ανθίζει και σε βραχεία και σε μακρά φωτοπερίοδο. Όσον αφορά στην βλαστική αύξηση της τομάτας, αυτή ευνοείται περισσότερο από την μακρά φωτοπερίοδο (Ντόγρας, 2001).

Υγρασία

Η υψηλή σχετική υγρασία ευνοεί την βλαστική ανάπτυξη της τομάτας μόνο σε συνθήκες υψηλής έντασης ακτινοβολίας. Η υψηλή σχετική υγρασία του αέρα μπορεί να προκαλέσει τη δημιουργία επίκτητων ριζών στη βάση του κεντρικού βλαστού, και επίσης ευνοεί την πρόσληψη νερού από τα στομάτια των φύλλων, όμως αυτό δε συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου του φυτού (Ντόγρας, 2001).

Διοξείδιο του άνθρακα

Βρέθηκε πως το φυτό της τομάτας δεν αντιδρά στην αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ τόσο θετικά όπως άλλα είδη φυτών C₃, γι' αυτό συνιστάται αύξηση της συγκέντρωσής του στα θερμοκήπια μόνο μέχρι περίπου 0,1% (1000 ppm) για 8-10 ώρες ώστε να προκύπτει βελτίωση της φωτοσύνθεσης και απόδοσης (Ντόγρας, 2001).

1.1.5 Απαιτήσεις σε έδαφος

Η τομάτα καλλιεργείται με επιτυχία σε ποικιλία ανόργανων εδαφών με ανεκτό pH 5,5-7, με άριστο pH 6-6,5. Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, άριστο έδαφος για την τομάτα θεωρείται το βαθύ πηλώδες με καλή στράγγιση και υψηλή γονιμότητα. Όμως, πολύ ικανοποιητικές αποδόσεις λαμβάνονται και σε αμμοπηλώδη και

αργιλλοπηλώδη εδάφη στα οποία γίνεται επιμελημένη κατεργασία, άρδευση και εφαρμογή οργανικής και ανόργανης λίπανσης. Η καλλιέργεια της τομάτας δεν είναι ικανοποιητική όσο αφορά στις αποδόσεις σε οργανικά εδάφη γιατί η περίσσεια αζώτου που συνήθως χαρακτηρίζει τα εδάφη αυτά, ευνοεί μεν τη βλαστική ανάπτυξη όχι όμως και την καρπόδεση (Ντόγρας, 2001).

1.1.6 Καλλιεργητικές φροντίδες

Κατεργασία εδάφους

Στο έδαφος, που θα καλλιεργηθεί η τομάτα, το φθινόπωρο ή νωρίς την άνοιξη πριν από τη σπορά ή την μεταφύτευση συνιστάται να γίνεται κατεργασία του εδάφους με άροση σε βάθος περίπου 20 cm ή βαθύτερα στην περίπτωση συνεκτικού εδάφους. Ιδιαίτερα επιμελημένη αλλά αβαθής κατεργασία του εδάφους με φρέζα απαιτείται πριν από την κατευθείαν σπορά ή τη μεταφύτευση στον αγρό. Κατά τον πρώτο μήνα μετά την σπορά ή την μεταφύτευση συνιστάται επιμελημένη αλλά αβαθής (2,5-5 cm) κατεργασία του εδάφους για καταστροφή των ζιζανίων, εφόσον δεν έγινε χημική ζιζανιοκτονία. Συνιστάται να γίνεται, εφόσον είναι απαραίτητο, μόνο ελαφρά επιφανειακή κατεργασία του εδάφους για αποφυγή καταστροφής των ριζών, που βρίσκονται σε μικρό βάθος, γιατί η απώλειά τους έχει δυσμενή επίδραση στην ανάπτυξη του φυτού (Ντόγρας, 2001).

Λίπανση

Η απαιτούμενη λίπανση εξαρτάται κυρίως από την γονιμότητα του εδάφους, τον γενότυπο, τις συνθήκες περιβάλλοντος, το σύστημα αμειψισποράς, την καλλιεργητική τεχνική, καθώς και από την επιδιωκόμενη απόδοση των φυτών. Επομένως, είναι δύσκολος ο υπολογισμός των αναγκών μιας καλλιέργειας σε λίπανση (ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει ανάλυση εδάφους) και η επιλογή της λίπανσης γίνεται κρισιμότερη αν συνεκτιμηθεί το γεγονός ότι η τομάτα είναι ένα ιδιαίτερα απαιτητικό φυτό σε θρεπτικά στοιχεία όταν επιδιώκονται υψηλές αποδόσεις.

Βρέθηκε πως κάτω από ορισμένες συνθήκες περιβάλλοντος, για την παραγωγή 7 τόνων καρπού προσλαμβάνονται συνολικά από το έδαφος 20 kg αζώτου,

2 kg πεντοξειδίου του φωσφόρου και 34 kg οξειδίου του καλίου. Σε γενικές γραμμές προτείνεται η παρακάτω λίπανση των καλλιεργειών τομάτας ανά στρέμμα, με την επιφύλαξη της ανάγκης τροποποίησης των ποσοτήτων αυτών ανάλογα με τα δεδομένα της ανάλυσης του εδάφους, των συγκεκριμένων απαιτήσεων του γενοτύπου ή των συνθηκών περιβάλλοντος και της καλλιεργητικής τεχνικής. Περιλαμβάνει 10-20 kg αζώτου (ανάλογα με την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία), 15-20 kg πεντοξειδίου του φωσφόρου και 20-25 kg καλίου (Ντόγρας, 2001).

Άρδευση

Η εντατική καλλιέργεια της τομάτας γίνεται μόνο με άρδευση. Η «διαχείριση» των «εισροών» νερού σε μια καλλιέργεια τομάτας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την απόδοση και ποιότητα του προϊόντος.

Διεθνώς, έχει παρατηρηθεί πως οι υψηλότερες αποδόσεις σε καλλιέργειες τομάτας λαμβάνονται σε γόνιμα εδάφη και ξηρά κλίματα αλλά με άφθονο νερό καλής ποιότητας για επαρκή άρδευση. Η συχνότητα των αρδεύσεων σε καλλιέργειες τομάτας εξαρτάται κυρίως από τον τύπο του εδάφους και τις συνθήκες περιβάλλοντος.

Οι ανάγκες του φυτού σε νερό αυξάνονται κατά την καρποφορία. Έλλειψη νερού κατά την περίοδο ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση της φυσιολογικής ανωμαλίας «σήψη κορυφής». Κάτω από ορισμένες συνθήκες η έλλειψη νερού αναστέλλει την βλαστική ανάπτυξη αλλά επιταχύνει την αναπαραγωγική ανάπτυξη του φυτού.

Οι καλλιέργειες υπαίθρου, ανάλογα με το έδαφος, τον «αρδευτικό εξοπλισμό» του παραγωγού και τη διαθέσιμη ποσότητα νερού, αρδεύονται με αυλάκια, ή τεχνητή βροχή ή ιδίως οι καλλιέργειες για τομάτα «νωπής κατανάλωσης» με το σύστημα «στάγδην». Οι καλλιέργειες θερμοκηπίου αρδεύονται αποκλειστικά με συστήματα «στάγδην», αυτοματοποιημένα σε μικρό ή μεγάλο βαθμό, που εκτελούν ταυτόχρονα και τη λίπανση (Ντόγρας, 2001).

Οι συνολικές ανάγκες σε νερό της τομάτας σε θερμοκήπιο στην περιοχή της Μεσογείου για περίοδο καλλιέργειας 8 μηνών (Οκτώβριος-Μάιος) κυμαίνεται από 280-360 mm ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες (Castilla & Fereres, 1990,

Chartzoulakis & Michelakis, 1988, Eliades & Orphanos, 1986). Οι ανάγκες σε νερό κυμαίνονται από 0,5-3,8 mm/ημέρα ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης και τις κλιματικές συνθήκες. Η περίοδος Νοεμβρίου-Ιανουαρίου χαρακτηρίζεται από χαμηλές ανάγκες σε νερό (0,5-1,2 mm/ημέρα) επειδή ο ρυθμός ανάπτυξης είναι βραδύς και η παραγωγή της καλλιέργειας μικρή, κυρίως λόγω χαμηλών θερμοκρασιών και μειωμένης ηλιοφάνειας. Από το Μάρτιο οι ανάγκες της τομάτας σε νερό αυξάνονται πολύ γρήγορα για να φτάσουν στα 3,8-4,0 mm/ημέρα το Μάιο (Chartzoulakis, 1998).

Κλάδεμα

Το κλάδεμα είναι μια εργασία επιβεβλημένη γιατί συμβάλλει στην καλύτερη αξιοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου, στην εξισορρόπηση βλάστησης και καρποφορίας, στον περιορισμό του αριθμού των ταξιανθιών στον κεντρικό βλαστό, στη συγκέντρωση της παραγωγής σε ορισμένη χρονική περίοδο, στην εξασφάλιση ομοιογένειας στους καρπούς και βελτίωση της ποιότητας των καρπών. Σήμερα, το μονοστέλεχο σύστημα εφαρμόζεται αποκλειστικά σε παγκόσμια και πανελλαδική κλίμακα γιατί συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα (Ολύμπιος, 2001).

Τα φυτά σε καλλιέργειες ποικιλιών για «νωπή κατανάλωση» (υπαίθρου ή θερμοκηπίου) διαμορφώνονται ως μονοστέλεχα με κατακόρυφη στήριξη. Αφήνεται να αναπτυχθεί μόνο ο κεντρικός βλαστός των φυτών, ενώ οι πλευρικοί βλαστοί (2^{ας} τάξης) που αναπτύσσονται από τους οφθαλμούς στις μασχάλες των φύλλων του κεντρικού βλαστού, κλαδεύονται νωρίς πριν ξεπεράσουν σε μήκος τα 2-3 cm. Καθυστέρηση στην αφαίρεση των πλευρικών βλαστών, οψιμίζει την ωρίμανση των καρπών λόγω ανταγωνισμού για προϊόντα φωτοσύνθεσης.

Σε καλλιέργειες υπαίθρου, που αναπτύσσονται σε περιόδους με μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και κάτω από συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας αέρα, το κλάδεμα για διαμόρφωση μονοστέλεχων φυτών μπορεί να αυξήσει το ποσοστό των καρπών που σχίζονται. Επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις κλαδεμένων φυτών παρατηρήθηκε αύξηση των φυσιολογικών ανωμαλιών της «σήψης της κορυφής» και του «ηλιοκαύματος» (Ντόγρας, 2001).

Υποστύλωση

Η υποστύλωση γίνεται σε συνδυασμό με το κλάδεμα για την καλύτερη αξιοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου και σκοπό έχει να διευκολύνει το κλάδεμα για ρύθμιση του φορτίου παραγωγής, την εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών, το φυσικό και τεχνητό αερισμό και τον καλύτερο φωτισμό των φυτών.

Η υποστύλωση γίνεται κυρίως με τη χρήση σπάγκου και μεταλλικών συρμάτων. Σε μικρή κλίμακα και σε ορισμένες περιπτώσεις κατασκευών θερμοκηπίου, η υποστύλωση γίνεται με χρήση καλάμων ή λεπτών πασσάλων πάνω στα οποία δένονται τα φυτά με ράφια, σπάγκο ή πλαστική ταινία. Για την υποστύλωση χρειάζονται και μεταλλικά σύρματα που στερεώνονται στον σκελετό του θερμοκηπίου ή σε ανεξάρτητους πασσάλους και στην απλούστερη περίπτωση είναι ένα σύρμα που τοποθετείται οριζόντια πάνω από την κάθε γραμμή φύτευσης των φυτών σε ύψος 1,8-2,5 μέτρα, ανάλογα και με την κατασκευή του θερμοκηπίου. Το ένα άκρο του σπάγκου στερεώνεται στη βάση του φυτού και ο σπάγκος στη συνέχεια περιελίσσεται στον κορμό των φυτών και το άλλο άκρο δένεται στο οριζόντιο σύρμα. Υπάρχει και η δυνατότητα στερέωσης του σπάγκου με το φυτό, με τη χρήση ειδικού εργαλείου, το οποίο στερεώνει με πλαστική ταινία σπάγκο-φυτό (Ολύμπιος, 2001).

1.1.7 Συγκομιδή

Το κυριότερο κριτήριο συλλεκτικής ωριμότητας για την τομάτα είναι το χρώμα, δεδομένου ότι καθώς αυξάνεται η σύνθεση του χρώματος του καρπού βελτιώνονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του, τα οποία φθάνουν σε άριστες τιμές στον πλήρως κόκκινο καρπό.

Η «βιομηχανική» τομάτα αφήνεται να ωριμάσει πλήρως επί του φυτού και κατόπιν συγκομίζεται χειρωνακτικά ή μηχανικά. Αντίθετα, ο καρπός «νωπής κατανάλωσης», συγκομίζεται μόνο χειρωνακτικά, σε διάφορα στάδια ωρίμανσης, ανάλογα με την απόσταση αγοράς, στην οποία μεταφέρεται.

Αυτά είναι το στάδιο του «ώριμου πράσινου», στο οποίο ο καρπός θεωρείται «φυσιολογικά» ώριμος και εφόσον συγκομισθεί ωριμάζει πλήρως σε 1-2 εβδομάδες στους 18-20 °C. Επομένως, μπορεί να μεταφερθεί εγκαίρως πριν ωριμάσει σε μακρινές αγορές, χωρίς να κινδυνεύει να υπερωριμάσει ή να μωλωπισθεί κατά τη μετασυλλεκτική μεταχείριση. Το επόμενο στάδιο είναι το στάδιο που η κορυφή του καρπού αρχίζει να κοκκινίζει. Στο στάδιο αυτό ο καρπός θεωρείται πάλι «φυσιολογικά» ώριμος και μετά τη συγκομιδή κοκκινίζει πλήρως σε 3-4 ημέρες στους 18-20 °C. Επομένως, μπορεί να διακινηθεί σε σχετικά κοντινές αγορές. Τέλος, στο στάδιο που ο καρπός είναι πλήρως ώριμος (σχεδόν 100% κόκκινος αλλά πριν αρχίσει να μαλακώνει) πρέπει να καταναλωθεί σε δύο περίπου ημέρες, εφόσον διατηρείται στους 20 °C, γιατί αλλιώς υπερωριμάζει, επομένως μπορεί να διακινηθεί μόνο στις τοπικές αγορές της περιοχής όπου παράγεται.

Σε καλλιέργειες θερμοκηπίου, με περίοδο συγκομιδής 6-7 μηνών η απόδοση ανά φυτό μπορεί να ξεπεράσει τα 15 kg καρπού, όμως σε υπαίθριες καλλιέργειες αυτή δεν ξεπερνά συνήθως τα 5-6 kg, αφενός λόγω της περιορισμένης σχετικά περιόδου συγκομιδής και αφετέρου λόγω των μη ελεγχόμενων συνθηκών περιβάλλοντος. Στην Ελλάδα, η απόδοση των υπαίθριων καλλιεργειών τομάτας «νωπής κατανάλωσης» είναι συνήθως 6-8 τόνοι/στρέμμα και των θερμοκηπιακών 6-20 τόνοι/στρέμμα, ανάλογα με το γενότυπο, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και λοιπούς παράγοντες. Η απόδοση της βιομηχανικής τομάτας κυμαίνεται από 3-15 τόνους/στρέμμα (Ντόγρας, 2001).

1.1.8 Εχθροί, ασθένειες και φυτοπροστασία

Οι εχθροί, οι μύκητες, τα βακτήρια και οι ιοί καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισής τους αναφέρονται παρακάτω από τον Ολύμπιο (2001):

Εχθροί

(1) Νηματώδεις (*Meloidogyne* spp και *Heterodera rostochiensis*). Προσβάλλουν το ριζικό σύστημα. Καταπολεμούνται με απολυμάνσεις, ριζοποτίσματα, ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια και με ανθεκτικό υποκείμενο.

(2) Σιδηροσκώληκες (*Agriotes obscurus*). Προσβάλλουν νεαρά φυτά στη βάση του βλαστού, κοντά ή λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Καταπολεμούνται με την απολύμανση και με ριζοπότημα.

(3) Αφίδες. Προσβάλλουν φύλλα και νεαρούς καρπούς και είναι φορείς πολλών ιώσεων. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα και ειδικά αφιδοκτόνα.

(4) Θρίπες (*Thrips tabaci*). Προσβάλλουν τα φύλλα. Μπορούν να μεταδώσουν ιώσεις. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα.

(5) Φυλλορύκτης της τομάτας (*Lyriomyza solani*). Προκαλεί στοές στο μεσόφυλλο. Καταπολεμάται με εντομοκτόνα.

(6) Τετράνυχος (*Tetranychus urticae*). Προσβάλλει κυρίως τα φύλλα. Καταπολεμάται με ακαρεοκτόνα, εντομοκτόνα και με βιολογικό τρόπο με το παράσιτο *Phytoseiulus persimilis*.

(7) Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*). Προσβάλλει τα φύλλα. Καταπολεμάται με εντομοκτόνα, παγίδες και με βιολογικό τρόπο με το παράσιτο *Encarsia formosa*.

Μυκητολογικές ασθένειες

(1) Αδρομυκώσεις (*Verticillium dahliae*, *Verticillium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*). Καταπολεμούνται με ανθεκτικές ποικιλίες, απολύμανση εδάφους, εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα (π.χ. KNVF).

(2) Καστανή σήψη των ριζών ή φελλώδης σηψιρριζία (*Brown root* ή *Corky root*) (*Pyrenochaeta lycopersici*). Καταπολεμάται με απολύμανση και εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα (π.χ. KNVF).

(3) Ντιντιμέλλα (*Didymella lycopersici*). Προσβάλλει κυρίως το στέλεχος αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Καταπολεμάται με καρβαμιδικά μυκητοκτόνα και το Μπενλέιτ.

(4) Φαιά σήψη (*Botrytis cinerea*). Προσβάλλει στελέχη, φύλλα, καρπούς και άνθη όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή (<18°C). Καταπολεμάται με

προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με βελτίωση συνθηκών στο θερμοκήπιο (καλός εξαερισμός, υψηλή θερμοκρασία).

(5) Όψιμος περονόσπορος (*Phytophthora infestans*). Προσβάλλει όλα τα τρυφερά μέρη του φυτού όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και η υγρασία υψηλή. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με μείωση της υγρασίας του θερμοκηπίου.

(6) Πρώϊμος περονόσπορος (*Alternaria solani*). Προσβάλλει το λαιμό των νεαρών φυτών και στα αναπτυγμένα φυτά τα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς. Ευνοείται από την υψηλή θερμοκρασία και την υψηλή υγρασία. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς.

(7) Κλαδοσπορίαση (*Cladosporium fulvum* και *Fulvia fulva*). Προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε θερμοκρασίες μεταξύ 18 και 24°C και υγρασία 95%. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με μείωση της υγρασίας.

(8) Ωίδιο (*Leveillula taurica*). Προσβάλλει κυρίως τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες. Καταπολεμάται με ωιδιοκτόνα.

(9) Σκληρωτινίαση (*Sclerotinia sclerotiorum*). Προσβάλλει κυρίως τα στελέχη αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Καταπολεμάται με απολύμανση του εδάφους και προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς με μυκητοκτόνα.

Βακτηριώσεις

(1) Βακτηριακός καρκίνος (*Corynebacterium michiganense*). Προσβάλλει τα φύλλα, καρπούς και σε σοβαρές προσβολές τους βλαστούς, όπου προκαλεί καρκίνο. Καταπολεμάται με απολύμανση των σπόρων, με καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών, μείωση της εξάπλωσης με ψεκασμό με χαλκούχα μυκητοκτόνα.

Ιώσεις

(1) Μωσαϊκό του καπνού TMV. Προσβάλλει το φυτό και προκαλεί μικροφυλλία και τα χαρακτηριστικά συμπτώματα του μωσαϊκού. Καταπολεμάται με ανθεκτικές ποικιλίες, μέτρα για περιορισμό της μετάδοσης, απολύμανση σπόρου,

απολύμανση εδάφους, μόλυνση νεαρών φυτών τομάτας με ήπιο κλώνο TMV για προστασία φυτών από περισσότερο καταστρεπτικό κλώνο.

(2) Κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων *TYLCV*. Προσβάλλει ολόκληρο το φυτό, αλλά κυρίως τη βλαστανούσα κορυφή και προκαλεί βράχυνση των μεσογονατίων και παραμόρφωση. Δεν καταπολεμάται άμεσα, δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες. Έμμεσα εμποδίζεται η μετάδοση με καταπολέμηση του αλευρώδους που θεωρείται φορέας της ίωσης.

1.1.9 Φυσιολογικές ανωμαλίες

Σύμφωνα με το Ντόγρα (2001), η εκδήλωση των διαφόρων φυσιολογικών ανωμαλιών εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό όχι μόνο από τον γενότυπο, αλλά και από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε ορισμένα στάδια ανάπτυξης του καρπού, γι' αυτό δεν αρκεί η γενετική βελτίωση των ποικιλιών για την εξάλειψη των ανωμαλιών αυτών.

(1) Σχίσσιμο του καρπού (ακτινωτό ή ομόκεντρο γύρω από τον ποδίσκο). Η ευπάθεια στο σχίσσιμο είναι γενετικό χαρακτηριστικό αλλά επηρεάζεται και από ορισμένους παραμέτρους του περιβάλλοντος, όπως υγρασία εδάφους, βροχή και υψηλή θερμοκρασία. Απότομες αυξομειώσεις στη διαθέσιμη υγρασία σε συνδυασμό με υψηλό ρυθμό ανάπτυξης των καρπών λόγω υψηλών θερμοκρασιών ευνοούν το σχίσσιμο των καρπών ορισμένων ποικιλιών. Το σχίσσιμο των καρπών αυξάνει τον κίνδυνο μικροβιακών μολύνσεων καθώς και την αφυδάτωση του καρπού. Οι απώλειες από το σχίσσιμο των καρπών μπορούν να μειωθούν με την καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών και με την αποφυγή μεγάλων διακυμάνσεων της διαθέσιμης στο φυτό υγρασίας ή και της θερμοκρασίας στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

(2) Σήψη της κορυφής του καρπού. Το αρχικό σύμπτωμα είναι μια μικρή καφέ κηλίδα στην κορυφή του πράσινου ακόμη καρπού που αντιστοιχεί στη θέση του στίγματος του άνθους από το οποίο προήλθε ο καρπός. Αργότερα η κηλίδα μεγαλώνει, ξεραίνεται, βαθαίνει και γίνεται δερματώδης. Πιστεύεται πως η ανωμαλία αυτή προκαλείται από έλλειψη ασβεστίου στα κύτταρα της κορυφής του αναπτυσσόμενου καρπού. Η σήψη της κορυφής του καρπού παρουσιάζεται συνήθως σε συνθήκες

ξηρασίας ή υψηλής αλατότητας του εδάφους ή χαμηλής θερμοκρασίας εδάφους γιατί τότε μειώνεται η πρόσληψη νερού και επομένως και η πρόσληψη και μεταφορά του ασβεστίου. Επίσης μειώνεται η πρόσληψη ασβεστίου σε περίπτωση υπερλίπανσης με αμμωνιακό άζωτο, μαγνήσιο και κάλιο. Η μείωση της μεταφοράς του ασβεστίου στους καρπούς μπορεί να προκληθεί και από υψηλή σχετική υγρασία στον αέρα, γιατί μειώνεται η διαπνοή και επομένως η πρόσληψη νερού.

(3) Καρπός με κενούς χώρους καρπόφυλλων (κούφιος). Εσωτερικά ο καρπός είναι κενός, σε έναν ή περισσότερους χώρους καρπόφυλλων, ενώ εξωτερικά εμφανίζεται με γωνίες στα σημεία «συρραφής» των καρποφύλλων και με «πλευρές» σχεδόν επίπεδες. Οι αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος που έχουν δυσμενή επίδραση στην επικονίαση και γονιμοποίηση, με συνέπεια να μην αναπτύσσονται πολλοί σπόροι σε κάθε καρπόφυλλο ευνοούν την εμφάνιση της ανωμαλίας αυτής.

(4) Ανομοιόμορφη («πιτσιλωτή») ωρίμανση του καρπού. Στον ώριμο (κόκκινο) καρπό παρατηρούνται περιοχές πράσινες ή πράσινο-κίτρινες, που συνήθως περιορίζονται στο εξωτερικό τμήμα των ιστών του περικαρπίου. Το ακριβές αίτιο της ανωμαλίας αυτής δεν είναι γνωστό. Πιθανόν να σχετίζεται με το διαθέσιμο για πρόσληψη κάλιο και άζωτο στο έδαφος.

(5) Καρποί με πράσινους «ώμους». Η περιοχή γύρω από τον κάλυκα («ώμος») παραμένει πράσινη, ενώ ο υπόλοιπος καρπός ωριμάζει και χρωματίζεται κανονικά. Η ανωμαλία αυτή αποτελεί γενετικό χαρακτηριστικό δεδομένου ότι οφείλεται στην απουσία του γονίδιου της «ομοιόμορφης ωρίμανσης», όπως αυτό ονομάζεται.

(6) Ζημιές από ακραίες θερμοκρασίες. Σε θερμοκρασίες $< -1^{\circ}\text{C}$ ο καρπός των περισσότερων ποικιλιών τομάτας παγώνει. Τα συμπτώματα είναι «νερούλιασμα», μαλάκωμα και «ξήρανση» της ζελατινώδους ουσίας που περιέχεται στα καρπόφυλλα. Τα κυριότερα συμπτώματα από την έκθεση του καρπού πριν ή μετά τη συγκομιδή σε θερμοκρασίες ψύχους, είναι η αδυναμία ωρίμανσης, η ανομοιομορφία στην ωρίμανση, το πρόωρο μαλάκωμα, η επιφανειακή νέκρωση κατά κηλίδες, το καφέτιασμα των σπόρων και η αύξηση των μικροβιακών προσβολών στους νεκρούς ιστούς.

(7) Ζημιά από την ηλιακή ακτινοβολία (Ηλιόκαυμα). Όταν το φύλλωμα του φυτού είναι αραιό, οι καρποί μπορεί να εκτίθενται άμεσα στην ηλιακή ακτινοβολία με

αποτέλεσμα η θερμοκρασία τους να αυξάνεται μέχρι και 10 °C περίπου πάνω από τη θερμοκρασία του αέρα. Εφόσον η θερμοκρασία ορισμένων περιοχών του καρπού ξεπεράσει τους 30 °C για κάποια χρονική περίοδο, κιτρινίζουν οι ιστοί στις περιοχές αυτές και παραμένουν στην κατάσταση αυτή και στον ώριμο καρπό.

(8) Ζημιές από ρυπαντές της ατμόσφαιρας. Η τομάτα είναι από τα πιο ευπαθή φυτά στην αέρια ρύπανση, η οποία τις τελευταίες δεκαετίες αποτελεί σοβαρό πρόβλημα σε πολλές περιοχές της γης. Φυτά τομάτας εμφανίζουν χλωρωτικές κηλίδες στα φύλλα από μακροχρόνια έκθεση σε χαμηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου. Είναι επίσης πολύ ευπαθής στο αιθυλένιο ιδιαίτερα κατά την περίοδο από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών μέχρι και την άνθηση. Σε καλλιέργειες θερμοκηπίου μπορεί να παρατηρηθούν διάφορες ζημιές στα φυτά και από ορισμένες πτητικές ουσίες που «ελευθερώνονται» στην ατμόσφαιρα του κλειστού χώρου του θερμοκηπίου από διάφορα πλαστικά υλικά, που οφείλονται κυρίως στους λεγόμενους «πλαστικοποιητές» που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των πλαστικών υλικών για να αποκτήσουν αυτά ελαστικότητα.

1.1.10 Γενετική βελτίωση

Σύμφωνα με τους Passam *et al.* (2007), η τομάτα είναι διπλοειδές είδος, έχει $2n=24$ χρωμοσώματα και μια τάξη μεγέθους γενώματος των $2.0 \text{ pg}/2c = 9.5 \times 10^5 \text{ Kb}/1c$ (950 Mbp), που συνθέτεται από 77% ετεροχρωματίνη και 23% ευχρωματίνη (Peterson *et al.*, 1996). Είναι αυτογονιμοποιούμενο είδος, αλλά μπορεί εύκολα να δημιουργήσει υβρίδια μέσα στο είδος ή να διασταυρωθεί με άγρια συγγενή είδη κάτω από κατάλληλες συνθήκες, επιτρέποντας έτσι την ανάμιξη του γενετικού υλικού των γονιδίων από τα άγρια συγγενή είδη.

Όλο τον περασμένο αιώνα, η βελτίωση της τομάτας βασίστηκε σε διάφορες κλασικές μεθόδους, συμπεριλαμβανομένης και της γενεαλογικής μεθόδου που ακολουθείται από επιλογή και αναδιασταύρωση των επιθυμητών χαρακτηριστικών από τον ένα γονέα στον άλλο, η οποία είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή βελτιωμένων ποικιλιών τομάτας και υβριδίων με υψηλή ποιότητα και απόδοση. Η βελτίωση της τομάτας αυξήθηκε με την εκμετάλλευση των εξωτικών πηγών και την ανάμιξη νέων πολύτιμων γονιδίων στα γονίδια της τομάτας. Η κλασική βελτίωση δεν

έχει αναπτύξει μόνο ποικιλίες με μονογονιδιακή και κυρίαρχη ανθεκτικότητα για τον έλεγχο ορισμένων παθογόνων των φυτών, ή με το συνδυασμό των ανθεκτικωτήτων στα F₁ υβρίδια, αλλά έχει επίσης δώσει τη δυνατότητα απόκτησης καλών, με προστιθέμενη αξία αγρονομικών χαρακτηριστικών, όπως η υψηλή γονιμότητα και η καρπόδεση, η πρωιμότητα, η ομοιομορφία, η προσαρμογή, η σταθερότητα και η μακρά διάρκεια ζωής στο ράφι, κατάλληλη για μακρινές αγορές. Η αντικατάσταση των καθαρών σειρών, από υβρίδια έχει σημειώσει σημαντική αύξηση απόδοσης, ενώ το γενετικό κέρδος έχει μειωθεί λόγω της χαμηλής γενετικής ποικιλότητας εντός των καλλιεργούμενων τομάτων (Grandillo *et al.*, 1999a). Αρχικά, η εκμετάλλευση των άγριων συγγενών για τη βελτίωση της τομάτας περιοριζόταν σε κύρια γονίδια που ελέγχουν ποιοτικά γνωρίσματα, όπως η ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες, αλλά παραλείποντας τα αλληλόμορφα ποσοτικών γνωρισμάτων (QTL), τα οποία επηρεάζουν οικονομικά σημαντικά αγρονομικά χαρακτηριστικά. Από το 1980, υποσχόμενες τεχνολογίες προέκυψαν για την υπέρβαση των εμποδίων των παραδοσιακών τεχνικών. Αυτές περιλαμβάνουν τη μοριακή χαρτογράφηση, την αναγνώριση των πολύτιμων QTLs και τον περιορισμό της γενετικής οπισθοχώρησης (Alpert *et al.*, 1995, Grandillo & Tanksley, 1996, Foolad & Chen 1999, Grandillo *et al.*, 1999b). Στα τέλη της δεκαετίας του 1980, μοριακοί δείκτες εφαρμόστηκαν σε προγράμματα βελτίωσης της τομάτας (Tanksley *et al* 1989, Miller & Tanksley, 1990, Rus-Kortekaas *et al.*, 1994, Bredemeijer *et al.*, 1998), και αποκτήθηκαν τα φυτά που τροποποιήθηκαν γενετικά για αντοχή σε ζιζανιοκτόνα, ιούς και έντομα (Fillatti *et al.*, 1987, Nelson *et al.*, 1988, Shah *et al.*, 1986).

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων πέντε ετών το μεγαλύτερο μέρος της δημοσιευμένης έρευνας στη γενετική και βελτίωση της τομάτας αναφέρεται στη βιοτεχνολογία και τις μοριακές τεχνικές (Passam *et al.*, 2007).

Οι πιο σημαντικές επιτυχίες που επιτεύχθηκαν με τη γενετική βελτίωση στην τομάτα είναι: α) αύξηση της παραγωγής με αύξηση του μεγέθους του καρπού και του αριθμού των καρπών, β) βελτίωση της ποιότητας, σχήμα, χρώμα, άρωμα, υφή, ομοιομορφία σε όλα τα χαρακτηριστικά, γ) οι συνήθειες του φυτού για διευκόλυνση των καλλιεργητικών περιποιήσεων και συγκομιδής. Σημαντικό γεγονός αποτελεί η ανακάλυψη γενετικά ελεγχόμενης ανάπτυξης, δ) βελτίωση της αντοχής του καρπού στις μεταχειρίσεις και στην αποθήκευση, ε) πρωιμότητα στην παραγωγή, στ)

δυνατότητα καρπόδεσης σε αντίξοες συνθήκες, ζ) αντοχή στους εχθρούς και ασθένειες, η) δημιουργία υβριδίων των οποίων οι καρποί έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής μετά τη συγκομιδή (Long life ή semi long life) (Ολύμπιος, 2001).

1.2 ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ

1.2.1 Γενικά

Εμβολιασμός είναι η τεχνική εκείνη με την οποία τα βλαστικά μέρη δύο διαφορετικών φυτών του ίδιου ή διαφορετικού είδους έρχονται σε επαφή με τον αναγεννώμενό τους ιστό (κάμβιο), ενώνονται και στη συνέχεια αναπτύσσονται ως ένα φυτό (Janick, 1986).

Ο εμβολιασμός εφαρμοζόταν στα οπωροφόρα δένδρα από την αρχαιότητα. Ο Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.) και ο Θεόφραστος (371-287 π.Χ.) αναφέρουν στα κείμενά τους για τη γεωργία ότι οι Κινέζοι τον γνώριζαν από το 1560 π.Χ., ενώ εξοικειωμένοι με τον εμβολιασμό την εποχή εκείνη ήταν και οι Έλληνες. Στα ρωμαϊκά χρόνια τα οπωροφόρα εμβολιάζονταν σε εμπορική κλίμακα και ο απόστολος Παύλος στην επιστολή του προς τους Ρωμαίους αναφέρεται στον εμβολιασμό της ελιάς (Hartmann *et. al.*, 2002).

Στις ασιατικές χώρες οι γεωργοί εμβολίαζαν τα λαχανικά για να αντιμετωπίσουν προβλήματα που οφείλονταν στην εντατική εκμετάλλευση του εδάφους. Οι Κινέζοι εμβολίαζαν τις κολοκυθιές σε κολοκυθιές (αυτοεμβολιασμός) για να παράγουν μεγάλες κολοκύθες από τον 5^ο αιώνα (Anon 530-545) και οι Κορεάτες από το 17^ο αιώνα, ακολουθώντας την παρακάτω μέθοδο. Έφερναν σε επαφή τους βλαστούς δύο γειτονικών σπορόφυτων, οι οποίοι ενώνονταν και άφηναν να αναπτυχθεί μόνο ένας βλαστός. Κατόπιν, ξαναεμβολίαζαν δύο εμβολιασμένα σπορόφυτα, απομάκρυναν τον ένα βλαστό και έτσι δημιουργούνταν ένα εύρωστο σπορόφυτο με τέσσερις ρίζες. Σε κάθε φυτό άφηναν μόνο μία ή δύο κολοκύθες, οι οποίες γίνονταν πολύ μεγάλες και τις χρησιμοποιούσαν ως δοχεία για την αποθήκευση ρυζιού (Hong 1710, PSNCK 1982).

Ο εμβολιασμός των λαχανικών μέχρι τον 12^ο αιώνα δεν ήταν συνηθισμένη πρακτική στην Ασία. Το πρώτο λαχανικό που εμβολιάστηκε σε κολοκυθιά (*Cucurbita moschata* Duch.) δηλ. σε άλλο είδος (ετεροεμβολιασμός), ήταν η καρπουζιά [*Citrulus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] στις αρχές του 1920 από Ιάπωνες γεωργούς, για να μειωθούν οι προσβολές από τις εδαφογενείς ασθένειες και να αυξηθεί η παραγωγή της (Ashita, 1927). Η τεχνική του εμβολιασμού της καρπουζιάς διαδόθηκε γρήγορα στους Ιάπωνες και λίγο αργότερα, προς τις αρχές της δεκαετίας του 1930, στους Κορεάτες. Στις αρχές της δεκαετίας του 1930 οι Ιάπωνες και οι Κορεάτες γεωργοί εμβολίαζαν τις καρπουζιές στη νεροκολοκυθιά (*Lagenaria siceraria*) σε εμπορική κλίμακα για να ξεπεράσουν τη μειωμένη παραγωγή τους λόγω των προσβολών τους από τις εδαφογενείς ασθένειες (Lee, 1994).

Οι πρώτοι εμβολιασμοί της αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.) έγιναν προς το τέλος της δεκαετίας του 1920, αλλά η εμπορική παραγωγή εμβολιασμένων σποροφύτων άρχισε στη δεκαετία του 1960. Η μελιτζάνα (*Solanum melongena* L.) εμβολιάστηκε για πρώτη φορά στο στη δεκαετία του 1950 και η τομάτα (*Lycopersicon lycopersicum* Mill=*Solanum lycopersicum*) στη δεκαετία του 1960.

Οι παραγωγοί τη δεκαετία 1960-1970 εμβολίαζαν σε εμπορική κλίμακα τις μελιτζάνες, τις αγγουριές και τις τομάτες για να μειώσουν τις ζημιές στην παραγωγή από τις εδαφογενείς ασθένειες (βερτισίλλιο, φουζάριο, βακτήρια) και τους νηματώδεις και να δημιουργήσουν πιο εύρωστα και πιο παραγωγικά σπορόφυτα (Fuji & Itagi, 1962, Oda, 1995, 1999).

Οι Κορεάτες γεωργοί εμβολίαζαν τα λαχανικά τους σε μικρή κλίμακα από τις αρχές της δεκαετίας του 1950. Στην αρχή εμβολίαζαν τα σπορόφυτα μεγάλα, γι' αυτό και το ποσοστό της επιτυχίας ήταν μικρότερο από 50% και ένας εργάτης εμβολίαζε μόνο 150 σπορόφυτα την ημέρα (Ashita 1930, 1934). Αργότερα εμβολίαζαν τα σπορόφυτα μικρά και για να διατηρηθεί σταθερή η επαφή του υποκειμένου με το εμβόλιο στην επιθυμητή θέση χρησιμοποιούσαν υγρό ή ελαφρά υγρό άχυρο ή χαρτί. Αυτό αύξησε το μέσο αριθμό σποροφύτων που εμβολίαζε ένας εργάτης από τα 800 στα 1200 σπορόφυτα. Σήμερα για τη συγκράτηση του υποκειμένου σε επαφή με το εμβόλιο χρησιμοποιούνται ειδικά πλαστικά μανταλάκια εμβολιασμού και ένας εργάτης εμβολιάζει περισσότερα από 1500 σπορόφυτα, ενώ ένα ρομπότ περισσότερα από 10.000 σπορόφυτα την ημέρα.

Η εφεύρεση και η χρησιμοποίηση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου στη γεωργία στην Κορέα και στην Ιαπωνία στις αρχές της δεκαετίας του 1960 διευκόλυνε τους γεωργούς να παράγουν σε μικρό χρονικό διάστημα μεγάλο αριθμό σπορόφυτων σε πλαστικά θερμοκήπια και αργότερα συνέβαλε στη δημιουργία εμπορικών επιχειρήσεων παραγωγής και διάθεσης εμβολιασμένων σπορόφυτων λαχανικών. Οι επιστημονικές έρευνες για την ανεύρεση και τη δημιουργία νέων υποκειμένων εντατικοποιήθηκαν στο τέλος της δεκαετίας του 1960 (Kim, 1984). Λόγω της συνεχιζόμενης καλλιέργειας με λαχανικά των ίδιων εδαφών, σε υψηλά σκέπαστρα και σε θερμοκήπια στα οποία δεν μπορούσαν να εφαρμόσουν αμειψισπορά στην Ιαπωνία, διαπιστώθηκε στη δεκαετία του 1970 μειωμένη παραγωγή. Από τις 881 επιχειρήσεις παραγωγής λαχανικών που εξετάστηκαν, το 68% απέδωσε τη μειωμένη παραγωγή τους στις ασθένειες του εδάφους και στους νηματώδεις. Το πρόβλημα αυτό στα καρποδοτικά λαχανικά αντιμετωπίστηκε με την καλλιέργεια εμβολιασμένων σπορόφυτων. Έτσι, σήμερα η καλλιεργούμενη έκταση με εμβολιασμένα σπορόφυτα ανέρχεται στο 93% για την καρπουζιά, στο 72% για την αγγουριά, στο 30% για την πεπονιά, στο 32% για την τομάτα και στο 50% για τη μελιτζάνα. Κατά μέσο όρο το 59% της καλλιεργούμενης έκτασης με καρποδοτικά λαχανικά καλλιεργείται με εμβολιασμένα σπορόφυτα (Oda, 1995). Στην αρχή της δεκαετίας του 1960 στην Ιαπωνία και στην Κορέα εμβολιάζονταν σε εμπορική κλίμακα η αγγουριά και η τομάτα και προς το τέλος της δεκαετίας του 1960, το ποσοστό των εμβολιασμένων καρποδοτικών λαχανικών (αγγουριά, πεπονιά, τομάτα, μελιτζάνα) για παραγωγή έφθασε στην Ιαπωνία το 59% και στην Κορέα στο 81% της καλλιεργούμενης έκτασης (Lee, 1994). Σήμερα, όλα τα κολοκυνθοειδή στην Κορέα και στην Ιαπωνία που καλλιεργούνται στα θερμοκήπια είναι εμβολιασμένα.

Στις ευρωπαϊκές χώρες ο εμβολιασμός των λαχανικών άρχισε να εφαρμόζεται στις αρχές του 1990, ενώ στις Η.Π.Α. πρόσφατα από τους βιοκαλλιεργητές για την αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών και των νηματωδών. Αυτοί εμβολιάζουν κυρίως μόνοι τους τις τομάτας ή προμηθεύονται εμβολιασμένα σπορόφυτα από εμπορικές επιχειρήσεις τα οποία καλλιεργούν σε υδροπονικά συστήματα. Το ενδιαφέρον των γεωργών για εμβολιασμένα σπορόφυτα των άλλων λαχανοκομικών ειδών είναι ακόμα περιορισμένο. Χρόνο με το χρόνο όμως αυξάνεται η ζήτηση και επειδή οι εμπορικές επιχειρήσεις που υπάρχουν στις Η.Π.Α. δεν μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες τους τα εισάγουν από τον Καναδά και το βόρειο Μεξικό. Στις

αναπτυσσόμενες χώρες της Αμερικής, Μεξικό, Γουατεμάλα κ.λ.π. εκτελούνται μεγάλα προγράμματα χρηματοδοτούμενα από τον Ο.Η.Ε. για να ενημερωθούν οι γεωργοί για τα πλεονεκτήματα των εμβολιασμένων λαχανικών και να τα καλλιεργήσουν (Μπλέτσος, 2009).

Στην Ελλάδα, ο εμβολιασμός είναι πολύ διαδεδομένος ως τεχνική στις νότιες περιοχές και τα ποσοστά της καλλιεργούμενης έκτασης εμβολιασμένων λαχανοκομικών ειδών είναι 90-100% για πρώιμη καλλιέργεια καρπουζιού, 40-50% για καλλιέργεια πεπονιού σε χαμηλά σκέπαστρα, 5-10% για την καλλιέργεια αγγουριού και 2-3% για την καλλιέργεια μελιτζάνας και τομάτας. Αντίθετα στις βόρειες περιοχές της Ελλάδας ο εμβολιασμός είναι μια σπάνια εφαρμοζόμενη τεχνική (Traka-Mavrona *et al.*, 2000).

1.2.2. Εμβολιασμός και καλλιέργεια τομάτας

Οι πρώτες τομάτες εμβολιάστηκαν σε μελιτζάνα (Yamakawa, 1982), αλλά τα τελευταία χρόνια εμβολιάζονται σε υποκείμενα τομάτας, επειδή είναι ανθεκτικά ή ανεκτικά στις εδαφογενείς ασθένειες και στους νηματώδεις, ανεκτικά στις χαμηλές και στις υψηλές θερμοκρασίες του εδάφους, προσδίδουν ευρωστία στο εμβόλιο, αυξάνουν την παραγωγή του και δε μειώνουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Όταν όμως η τομάτα εμβολιάζεται στο *Datura patula* δίνει χαμηλή παραγωγή. Η τομάτα εμβολιάζεται σε είδη του γένους *Lycopersicon* (= *Solanum*) και σε διειδικά τους υβρίδια καθώς και σε είδη του γένους *Solanum* και σε διειδικά τους υβρίδια. Τα τελευταία χρόνια δημιουργήθηκαν εμπορικά υποκείμενα μελιτζάνας κατάλληλα για εδάφη που νεροκρατούν, ανθεκτικά στα βακτήρια και σε άλλα παθογόνα του εδάφους (Black *et al.*, 2000) και διειδικά υβρίδια μελιτζάνας με σολανώδη είδη (Mian *et al.*, 1995).

Πριν μερικά χρόνια οι γεωργοί εμβολίαζαν οι ίδιοι τα σπορόφυτα και μάλιστα τα εμβολίαζαν μεγάλα για να φτάσουν γρήγορα στο στάδιο της μεταφύτευσης. Τα τελευταία όμως χρόνια προτιμούν να αγοράζουν εμβολιασμένα σπορόφυτα από εξειδικευμένες εμπορικές επιχειρήσεις. Οι σύγχρονες επιχειρήσεις εμβολιάζουν τα σπορόφυτα μικρά, με τις νέες μεθόδους και τεχνικές, τα κατάλληλα εργαλεία και υλικά και παράγουν εύρωστα και ομοιόμορφα σπορόφυτα, αφού τα εμβολιασμένα

σπορόφυτα αναπτύσσονται σε ελεγχόμενο περιβάλλον (Lee *et al.*, 1999). Το έργο τους διευκολύνεται από τα κατάλληλα υποκείμενα που έχουν οι σποροπαραγωγικές επιχειρήσεις λαχανικών, το εξειδικευμένο προσωπικό εμβολιαστών που διαθέτουν και τις αποτελεσματικές μηχανές εμβολιασμού και τα ρομπότ που προμηθεύονται από την αγορά (Μπλέτσος, 2009).

Τα εμβολιασμένα φυτά τομάτας αυξήθηκαν στην Ισπανία από λιγότερο από ένα εκατομμύριο φυτά πριν από 4-5 χρόνια σε περίπου 45 εκατομμύρια φυτά κατά την περίοδο 2003-2004. Εμβολιασμένα τομάτα χρησιμοποιείται στη Γαλλία σε περίπου 2.800 εκτάρια, για την αποφυγή προβλημάτων, όπως η φελλώδης ρίζα που προκαλείται από το *Pyrenochaeta lycopersici*. Στην Ιταλία, περίπου 10-12 εκατομμύρια φυτών τομάτας εμβολιάζονται κάθε χρόνο. Στη Σαρδηνία, η παραγωγή εμβολιασμένων φυτών τομάτας αυξήθηκε από μηδέν σχεδόν το 1996 σε περίπου 1,7 εκατομμύρια το 2003. Η περιοχή παραγωγής τομάτας με βρωμιούχο μεθύλιο στη Σαρδηνία, έχει μειωθεί από 50% το 1992 σε περίπου 4% σήμερα, λόγω των αγρονομικών αλλαγών, οι οποίες περιλαμβάνουν την υιοθέτηση εμβολιασμένων φυτών και ανθεκτικών ποικιλιών. Στην Ιορδανία, ο εμβολιασμός της τομάτας εισήχθη από το «πρόγραμμα σταδιακής κατάργησης του βρωμιούχου μεθυλίου» το 2002. Σε εκείνο το έτος, 1 εκτάριο εμβολιασμένης τομάτας φυτεύτηκε. Στο Μαρόκο, τα 20 εκατομμύρια φυτά τομάτας εμβολιάζονται, το οποίο καλύπτει μια επιφάνεια 2000 εκταρίων που είναι ισοδύναμο με το 50% του συνόλου των φυτειών που προορίζονται για εξαγωγή. Εκτός από τον έλεγχο των εδαφογενών παθογόνων, ο εμβολιασμός δίνει μεγαλύτερη δύναμη στα φυτά που επιτρέπει την πυκνότητα φύτευσης να μειωθεί κατά το ήμισυ (10.000 φυτά αντί των 20.000 φυτών/εκτάριο). Αυτό σημαίνει ότι το κόστος των φυτών μειώνεται. Καλύτερη ανάπτυξη σε χαμηλές θερμοκρασίες και μεγαλύτερη διάρκεια του κύκλου παραγωγής επιτυγχάνεται επίσης με εμβολιασμό. Αναμένεται ότι εντός 2-3 ετών, το σύνολο της παραγωγής στο Μαρόκο για εξαγωγή θα χρησιμοποιούν εμβολιασμένα φυτά (Besri, 2005).

1.2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εμβολιασμένης τομάτας

Σύμφωνα με το Μπλέτσο (2009), οι εμβολιασμένες τομάτες:

α) Ανέχονται τις εδαφογενείς ασθένειες (βερτισιλλίωση, φουζαρίωση, φελλώδη σηψιρριζία κ.λ.π.), τα τσιμπήματα των νηματωδών και δίνουν υψηλότερη παραγωγή από τις αυτόρριζες, όταν καλλιεργούνται σε εδάφη μολυσμένα με τα παραπάνω παθογόνα.

β) Προστατεύουν το περιβάλλον, επειδή καλλιεργούνται σε εδάφη που δεν απολυμαίνονται με χημικά μέσα και την υγεία των καταναλωτών, επειδή παράγουν προϊόντα χωρίς υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Ο εμβολιασμός δε σχετίζεται με την εισροή αγροχημικών στις καλλιέργειες και θεωρείται, επομένως, ως ένας φιλικός προς το περιβάλλον χειρισμός στα ολοκληρωμένα και βιολογικά συστήματα διαχείρισης των καλλιεργειών (Rivard & Louws, 2008).

γ) Συνδυάζονται με τα προγράμματα της βιολογικής γεωργίας τα οποία έχουν σκοπό την παραγωγή προϊόντων απαλλαγμένων από υπολείμματα φυτοφαρμάκων, που είναι επικίνδυνα για την υγεία των καταναλωτών.

δ) Αναπτύσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες, στις οποίες δεν μπορούν να αναπτυχθούν οι αυτόρριζες και δίνουν τη δυνατότητα στους γεωργούς να τις καλλιεργήσουν στα θερμοκήπια για πρώιμη ή όψιμη παραγωγή (εκτός εποχής) και να αυξήσουν το εισόδημά τους.

ε) Είναι πιο πρώιμες από τις αυτόρριζες και

στ) Είναι πιο παραγωγικές και η καλλιέργειά τους μπορεί να διατηρηθεί για μεγαλύτερη παραγωγική περίοδο.

Για τους παραπάνω λόγους το υποκείμενο στο οποίο θα εμβολιασθούν οι τομάτες πρέπει να είναι εύρωστο, συμβατό με την ποικιλία ή το υβρίδιο της τομάτας και ανθεκτικό ή ανεκτικό στον παράγοντα τον οποίο θέλουμε να αντιμετωπίσουμε.

Οι εμβολιασμένες τομάτες απαιτούν:

α) εξειδικευμένο προσωπικό για τον εμβολιασμό και την περιποίησή τους και

β) σύγχρονες θερμοκηπιακές φυτωριακές εγκαταστάσεις.

1.2.4 Λόγοι εφαρμογής εμβολιασμού

α) επίδραση στην ανθεκτικότητα σε ασθένειες

Στο παρελθόν, ο εμβολιασμός χρησιμοποιούνταν ευρέως με την τομάτα ώστε να περιοριστούν οι επιδράσεις της φουζαρίωσης (Scheffer, 1957, Lee, 1994).

Αυτοεμβολιασμένες τομάτες της ευπαθούς στη βερτιτσιλλίωση (*Verticillium wilt*) ποικιλίας «Early pack» και εμβολιασμένες στα «He-man», «48-S-548», «Beufort», «Primavera», «Nova», «Packmore» και «Vigomax» καλλιεργήθηκαν σε απολυμασμένο με βρωμιούχο μεθύλιο έδαφος, εμβολιασμένες με το μύκητα *Verticillium dahliae* ή όχι. Βρέθηκε ότι τα υποκείμενα «Packmore» και «Vigomax» ήταν πιο ευπαθή στη βερτιτσιλλίωση και προάγουν την ανάπτυξη της ασθένειας, ενώ τα υποκείμενα «Beufort» και «Primavera» ήταν πιο ανθεκτικά και καθυστέρησαν την ανάπτυξη της ασθένειας. Όλα τα εμπορικά υποκείμενα που εμβολιάστηκαν με το *Verticillium dahliae* ήταν 2.54 με 13.78% ψηλότερα από τα αυτοεμβολιασμένα φυτά, ενώ τα φυτά που εμβολιάστηκαν στα υποκείμενα «Vigomax», «He-man», «48-S-548», «Beufort» και «Nova» ήταν 2.17 με 6.43% ψηλότερα από τα αυτοεμβολιασμένα φυτά (Papadaki *et al.*, 2006).

Στην περιοχή της Μεσογείου, ο εμβολιασμός είναι μία από τα πιο συχνές εναλλακτικές λύσεις για το βρωμιούχο μεθύλιο στην παραγωγή τομάτας. Ωστόσο, ο σκοπός του εμβολιασμού έχει επεκταθεί σε σημαντικό βαθμό από τη μείωση της μόλυνσης από παθογόνους οργανισμούς του εδάφους, όπως τα *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici*, *Verticillium dahliae*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Meloidogyne spp.*, στην προώθηση της ανάπτυξης, την αύξηση της απόδοσης, την ανθεκτικότητα στη χαμηλή θερμοκρασία, την επέκταση της περιόδου ανάπτυξης, τη βελτίωση της ποιότητας καρπών (Besri, 2005).

Εμβολιασμένες σε υποκείμενα μελιτζάνας τομάτες δεν προσβάλλονται από τα βακτήρια (*Ralstonia solanacearum*), αναπτύσσονται κανονικά σε εδάφη που νεροκρατούν και δίνουν υψηλότερη παραγωγή από τις αυτόρριζες (Palada & Wu, 2007).

β) επίδραση σε αβιοτικές πιέσεις

Σήμερα, ο εμβολιασμός χρησιμοποιείται και για να ενισχύσει την ανθεκτικότητα έναντι αβιοτικών πιέσεων. Μεταξύ αυτών είναι τα αλατούχα εδάφη (Colla *et al.*, 2010, AVRDC, 2000, Estan *et al.*, 2005), το στρες του pH του εδάφους (αλκαλικότητα), η ανεπάρκεια θρεπτικών συστατικών και η τοξικότητα των βαρέων μετάλλων (Savvas *et al.*, 2010). Ο εμβολιασμός χρησιμοποιήθηκε για να επάγει ανθεκτικότητα στις χαμηλές (Bulder *et al.*, 1990) και υψηλές (Rivero *et al.*, 2003) θερμοκρασίες, εναντίον της χλώρωσης του σιδήρου σε ασβεστώδη εδάφη (Romera *et al.*, 1991), για τη βελτίωση της απόδοσης όταν τα φυτά καλλιεργούνται σε μολυσμένα εδάφη (Bersi, 2002, Kacjan-Marsic & Osvald, 2004), για την αύξηση της σύνθεσης ενδογενών ορμονών (Proebsting *et al.*, 1992), για τη βελτίωση της χρήσης του νερού (Cohen & Naor, 2002), και για την αύξηση της παραγωγής ανθέων και σπόρων (Lardizabal & Thompson, 1990).

Ο εμβολιασμός μπορεί να έχει ελαφρώς θετικές επιπτώσεις στη βλαστική αύξηση και ανάπτυξη της τομάτας σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας (Abdelmageed *et al.*, 2004). Εμβολιασμένα και μη φυτά τομάτας καλλιεργήθηκαν για 30 ημέρες σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες. Ανεξάρτητα από το αν το φυτό ήταν εμβολιασμένο ή όχι, τα αποτελέσματα δείχνουν πως το θερμικό stress συνέβη κυρίως στους 35°C, με αρνητικές επιδράσεις για τα φυτά. Αυτές οι επιδράσεις φαίνεται να είναι ασθενέστερες στα εμβολιασμένα σε σχέση με τα μη εμβολιασμένα φυτά, το οποίο αντανακλά άμεσα σε μεγαλύτερη παραγωγή βιομάζας (Rivero *et al.*, 2003).

γ) επίδραση στην ευρωστία και την απόδοση

Οι τομάτες οι οποίες εμβολιάζονται σε υποκείμενα μελιτζάνας έχουν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και βιομάζα (ριζών και βλαστών) από τις αυτόρριζες (Tai *et al.*, 2005) και δίνουν ικανοποιητική παραγωγή (Oda *et al.*, 2000). Οι Oda *et al.* (1996) καλλιέργησαν εμβολιασμένες τομάτες στο εμπορικό υποκείμενο τομάτας «Hawaii 7998» και στο υποκείμενο μελιτζάνας «*S. integrifolium*» και παρατήρησαν ότι η βλαστική αύξηση και η απόδοση μειώθηκαν με τον εμβολιασμό στο «*S. integrifolium*» σε σχέση με τον εμβολιασμό σε εμπορικά υποκείμενα τομάτας, εξαιτίας ασυμβατότητας και συνεπώς φτωχής σύνδεσης των αγγείων του εμβολίου και του υποκειμένου και του φτωχού ριζικού συστήματος, που προκάλεσαν συνθήκες

έλλειψης νερού στα φυτά. Τα διαλυτά στερεά συστατικά, τα σάκχαρα και η σήψη της κορυφής αυξήθηκαν με τον εμβολιασμό στο «*S. integrifolium*» σε σχέση με τον εμβολιασμό σε υποκείμενο τομάτας. Εμβολιασμένες τομάτες της ποικιλίας «Seokwang» στο υποκείμενο «Kagemusha» έδωσαν 39,3% περισσότερους καρπούς, 54,4% υψηλότερη παραγωγή και ελαφρώς μεγαλύτερο μέσο βάρος καρπού (Chung 1995, αναφέρεται από τους Lee και Oda, 2003). Εμβολιασμένες τομάτες στο εμπορικό υποκείμενο τομάτας «Maxifort» έδωσαν μεγαλύτερη παραγωγή σε βιολογική καλλιέργεια (Rivard, 2006) και εμβολιασμένες στα εμπορικά υποκείμενα τομάτας «He-man F₁», «Primavera F₁», «PG3 F₁» και «Beaufort F₁» μεγαλύτερη παραγωγή σε θερμοκηπιακή και σε υπαίθρια καλλιέργεια και καρπούς με τα ίδια ποιοτικά χαρακτηριστικά με εκείνες που έδωσαν τα αυτόρριζα σπορόφυτα (Marsic & Osvald, 2004, Khah *et al.*, 2006).

Οι εμβολιασμένες σε εύρωστα υποκείμενα τομάτες, όταν καλλιεργούνται σε αμόλυντα από εδαφογενή παθογόνα εδάφη, δίνουν πολύ υψηλότερη παραγωγή από τις αυτόρριζες (Matsuzoe *et al.*, 1993a). Η υψηλότερη παραγωγή που δίνουν οι εμβολιασμένες τομάτες εξαρτάται από το είδος του υποκειμένου στο οποίο εμβολιάζονται, από την ποικιλία που εμβολιάζεται, την καλλιεργητική περίοδο, το περιβάλλον, τις πρακτικές καλλιέργειας και τις συνθήκες του μικροκλίματος στο οποίο αναπτύσσονται (Lee & Oda, 2003). Καλλιέργεια εμβολιασμένων σπορόφυτων τομάτας σε χωράφι, των οποίων ο εγκλιματισμός έγινε σε θερμοκρασίες ημέρας/νύχτας (20/20, 25/25, 30/30, και 30/15 °C) για 10 ημέρες έδειξε ότι: όταν ο εγκλιματισμός γίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες (25/25 και 30/30 °C) δημιουργούνται περισσότερα σύνθετα φύλλα μέχρι την 1^η ταξιανθία, λιγότερα άνθη και μειώνεται η εμπορεύσιμη παραγωγή των δύο πρώτων ταξιανθιών, ενώ όταν ο εγκλιματισμός γίνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (30/15 °C) δημιουργούνται λιγότερα σύνθετα φύλλα μέχρι την 1^η ταξιανθία, περισσότερα άνθη και αυξάνεται η πρώιμη εμπορεύσιμη παραγωγή των δύο πρώτων ταξιανθιών. Δηλαδή, ο εγκλιματισμός εμβολιασμένων σπορόφυτων τομάτας σε χαμηλές νυκτερινές θερμοκρασίες 30/15 °C μειώνει τον αριθμό των φύλλων που σχηματίζονται μέχρι την 1^η ταξιανθία και αυξάνει την πρώιμη παραγωγή (Oda *et al.*, 2003).

Ο εμβολιασμός σήμερα θεωρείται γρήγορο εναλλακτικό εργαλείο στη σχετικά αργή μεθοδολογία βελτίωσης που στοχεύει στην αύξηση της ανθεκτικότητας στα περιβαλλοντικά στρες των οπωροκηπευτικών (Flores *et al.*, 2010).

δ) επίδραση στην ποιότητα των προϊόντων

Οι Matsuzoe *et al.* (1996) αξιολόγησαν την ποιότητα του καρπού της τομάτας «Monotaro» εμβολιασμένη σε τρία διαφορετικά υποκείμενα του είδους *Solanum*, το *Solanum sisymbriifolium*, το *Solanum torvum*, και το *Solanum toxicarium*. Κατέληξαν ότι η ποιότητα των καρπών των φυτών τομάτας που εμβολιάστηκαν δεν ήταν διαφορετική από αυτή της τομάτας στις ρίζες της. Οι Di Gioia *et al.* (2010) δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στα συνολικά διαλυτά στερεά μεταξύ μη εμβολιασμένης και μη τομάτας. Όμοια οι Khah *et al.* (2006) δεν ανέφεραν διαφορά στα διαλυτά στερεά. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες μελέτες οι Rogonyi *et al.* (2005) ανέφεραν ότι οι ποιοτικές παράμετροι της τομάτας ποικιλίας «Lemance» (*S. lycopersicum* L.) ήταν χαμηλότερες σε φυτά εμβολιασμένα στο υποκείμενο «Beaufort» (*S. lycopersicum* L. × *S. habrochaites* S. Knapp & D.M. Spooner) από τις μη εμβολιασμένες τομάτες. Οι Oda *et al.* (1996) παρατήρησαν ότι τα διαλυτά στερεά συστατικά και τα σάκχαρα (°Brix) αυξήθηκαν με τον εμβολιασμό στο «*S. integrifolium*» σε σχέση με τον εμβολιασμό σε υποκείμενο τομάτας.

Το περιεχόμενο των καρπών της τομάτας σε λυκοπένιο μειώνεται σημαντικά με τον εμβολιασμό. Η ποικιλία της τομάτας είναι ένας από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες της περιεκτικότητας σε λυκοπένιο (Helyes *et al.*, 2009).

1.2.5 Μέθοδοι εμβολιασμού

Η τομάτα μέχρι πριν μερικά χρόνια εμβολιαζόταν στην επικοτύλη επειδή τα σπορόφυτά της δεν έχουν κοιλότητα στο κέντρο του βλαστού και η διάμετρος της υποκοτύλης είναι πολύ μικρότερη από τη διάμετρο της επικοτύλης. Παρατηρήθηκε όμως ότι όταν τα σπορόφυτα εμβολιάζονται στην επικοτύλη του υποκειμένου, από τις μασχάλες των κοτυληδόνων αναπτύσσονται δευτερογενείς βλαστοί, οι οποίοι στερούν θρεπτικά στοιχεία από το εμβόλιο, σκιάζουν τα σπορόφυτα και δημιουργούν ανομοιόμορφα σπορόφυτα. Οι βλαστοί αυτοί του υποκειμένου πρέπει να αφαιρεθούν προτού προωθηθούν τα σπορόφυτα στην αγορά. Οι εμπορικές επιχειρήσεις, για να

μειώσουν τα εργατικά έξοδα από την περιποίηση των σπορόφυτων, εμβολιάζουν τα σολανώδη στην υποκοτύλη με όλες τις μεθόδους.

Οι μέθοδοι εμβολιασμού είναι:

- Εμβολιασμός της προσέγγισης με γλωσσίδιο (Tongue approach grafting)
- Εμβολιασμός με σχισμή στην επικοτύλη ή στην υποκοτύλη (Cleft grafting)
- Εμβολιασμός με κατακόρυφη ή πλάγια οπή στην επικοτύλη ή στην υποκοτύλη (hole insertion grafting)
- Πλάγιος εμβολιασμός στην υποκοτύλη (Splice grafting)
- Οριζόντιος εμβολιασμός με βελόνα στην επικοτύλη ή στην υποκοτύλη (Horizontal pin grafting)
- Εμβολιασμός με πλάγια σχισμή στην επικοτύλη ή στην υποκοτύλη (Splice grafting) (Μπλέτσος, 2009).

1.3 ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

1.3.1 Γενικά

Σχεδόν τα τρία τέταρτα της επιφάνειας της γης καλύπτονται από θαλασσινό νερό και έτσι δεν είναι έκπληξη το γεγονός ότι τα άλατα επηρεάζουν ένα σημαντικό ποσοστό της επιφάνειας της γης παγκοσμίως. Αυτές οι περιοχές που εμπίπτουν γενικά σε δύο κατηγορίες: νατριούχα και αλατούχα. Τα νατριούχα εδάφη κυριαρχούνται από υπερβάλλον νάτριο στις θέσεις ανταλλαγής και μια υψηλή συγκέντρωση του ανθρακικών/διττανθρακικών ανιόντων, έχουν υψηλό pH (άνω του 8,5 και ίσως μέχρι και 10.8) με υψηλή αναλογία απορρόφησης νατρίου (SAR) και κακή δομή του εδάφους. Στα αλατούχα εδάφη και πάλι γενικά κυριαρχούν τα ιόντα νατρίου, αλλά με κυρίαρχα τα χλωριούχα και τα θειικά ανιόντα, οι τιμές pH και SARs είναι πολύ χαμηλότερες και οι ηλεκτρικές αγωγιμότητες υψηλότερες ($> 4 \text{ dS m}^{-1}$) από ό,τι στα νατριούχα εδάφη. Τα εδάφη που πλήττονται από την αλατότητα περιέχουν επαρκείς συγκεντρώσεις των διαλυτών αλάτων ώστε να μειώσουν την αύξηση των περισσότερων ειδών φυτών (Flowers T.J. & Flowers S.A., 2005).

Περισσότερα από 800 εκατομμύρια εκτάρια γης σε όλο τον κόσμο είναι επηρεασμένα από την αλατότητα (συμπεριλαμβάνονται τα αλατούχα και νατριούχα

εδάφη), τα οποία αντιστοιχούν σε περισσότερο από το 6% της παγκόσμιας συνολικής έκτασης (FAO, 2009). Η χαμηλή βροχόπτωση, η υψηλή εξάτμιση, η κακή διαχείριση των υδάτων και η αδιάκριτη χρήση τεράστιων ποσοτήτων χημικών λιπασμάτων έχουν ενισχύσει αυξανόμενες συγκεντρώσεις αλάτων στη ριζόσφαιρα (Mahjan & Tuteja, 2005).

Σε αυτές τις περιοχές οι περισσότερες καλλιέργειες πρέπει να καλλιεργηθούν με άρδευση. Ανεπαρκής διαχείριση της άρδευσης οδηγεί σε αλάτωση των πηγών νερού και των εδαφών και αυτή η δευτερογενής αλάτωση επηρεάζει το 20% της αρδευόμενης έκτασης παγκοσμίως (Ghassemi *et al.*, 1995). Αυτό οδηγεί σε μια καθαρή απώλεια αρδευόμενης γης προς καλλιέργεια και οι εκτιμήσεις αυτής της καθαρής απώλειας ποικίλλουν ευρέως-η υψηλότερη τιμή είναι 10^7 εκτάρια ετησίως (Szabolcs, 1994).

1.3.2 Επιδράσεις της αλατότητας στα φυτά τομάτας

Η αλατότητα επηρεάζει πολλές πτυχές του φυτικού μεταβολισμού με αποτέλεσμα τη μείωση της ανάπτυξης και των αποδόσεων. Η υπερβολική παρουσία αλάτων στο έδαφος ενδέχεται να επηρεάσει δυσμενώς την ανάπτυξη του φυτού είτε μέσω οσμωτικής αναστολής της απορρόφησης του νερού από τις ρίζες ή από επιδράσεις ειδικών ιόντων. Η αλατότητα επηρεάζει τα φυτά με δύο τρόπους: με οσμωτικό στρες και τοξικότητα ιόντων (Munns, 2005). Το οσμωτικό στρες προκαλείται από ιόντα (κυρίως νατρίου και χλωρίου) στο έδαφος που μειώνουν τη διαθεσιμότητα του νερού στις ρίζες. Η τοξικότητα ιόντων συμβαίνει όταν οι ρίζες των φυτών απορροφούν ιόντα νατρίου και/ή χλωρίου και αυτά τα ιόντα συσσωρεύονται σε επιβλαβή επίπεδα στα φύλλα. Μπορούν επίσης να συμβούν ανισορροπίες ιόντων και ανεπάρκεια θρεπτικών, ειδικά για ιόντα καλίου (Tejera *et al.*, 2006).

Η τομάτα αντέχει σε σχετικά υψηλό ποσοστό ολικών αλάτων στο έδαφος και στο νερό άρδευσης. Είναι το πιο ανθεκτικό λαχανικό από όλα όσα καλλιεργούνται στην Ελλάδα στο θερμοκήπιο. Σε συγκεντρώσεις αλάτων $EC_e=4$ mmhos/cm οι αποδόσεις της μειώνονται μόνο 10% ενώ σε $EC_e=6$ και 8 mmhos/cm οι αποδόσεις μειώνονται κατά 25% και 50% αντίστοιχα (Bernstein, 1964). Όταν η αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος και του νερού φτάσει τα 13 dS/m και 8 dS/m ($1\text{ dS/m}=1$

mmhos/cm) αντίστοιχα, τότε η παραγωγή μηδενίζεται (Maas, 1984). Για μέγιστες αποδόσεις η αλατότητα στην περιοχή του ριζοστρώματος δε θα πρέπει να ξεπερνά τα 3 mmhos/cm. (Ολύμπιος, 2001).

Υπάρχουν γενοτυπικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών της τομάτας όσο αφορά στην αντοχή στην αλατότητα (Allan *et al.*, 2000, Turhan *et al.*, 2009).

Ένα άλλο, επίσης, σημαντικό σημείο είναι η συμπεριφορά των φυτών της τομάτας διαφορετικής ηλικίας (φάσης ανάπτυξης του φυτού) σε σχέση με το επίπεδο της αλατότητας. Πειράματα έδειξαν ότι πότισμα με νερό καλής ποιότητας στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών τομάτας περιορίζει τις δυσμενείς επιδράσεις της εφαρμοζόμενης αλατότητας στα τελευταία στάδια ανάπτυξης. Αντίθετα, η άρδευση με καλής ποιότητας νερού στα τελευταία στάδια ανάπτυξης του φυτού δε φάνηκε να μειώνει τις δυσμενείς επιδράσεις της εφαρμοζόμενης αλατότητας στα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι το φυτό της τομάτας είναι πιο ευαίσθητο στην αλατότητα σε νεαρή ηλικία και πιο ανθεκτικό αργότερα στην πλήρη ανάπτυξή του (Olympios *et al.*, 2003).

Βλάστηση

Όσο αφορά την αντοχή στα άλατα κατά το στάδιο φυτρώματος των σπόρων, η τομάτα θεωρείται αρκετά ευαίσθητη. Όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος είναι 6 dS/m, τότε παρατηρείται αποτυχία στο φύτευμα του 50% των σπόρων (Maas, 1984).

Η βλάστηση των σπόρων τομάτας μειώνεται με την αύξηση στα 80 mM της αλατότητας και επιπλέον αυξάνεται ο χρόνος που απαιτείται για την πλήρη βλάστηση. Σπόροι τομάτας για να βλαστήσουν στα 80 mM χρειάζονται 50% παραπάνω χρόνο σε σχέση με το καλής ποιότητας νερό (Cuartero & Fernandez-Munoz, 1999).

Ανάπτυξη ρίζας

Η έκθεση των φυτών στην αλατότητα συνήθως ξεκινά με την έκθεση των ριζών στην αλατότητα. Η αλατότητα οδηγεί σε αλλαγές στην αύξηση, μορφολογία και φυσιολογία των ριζών το οποίο με τη σειρά του αλλάζει την πρόσληψη νερού και

ιόντων και την παραγωγή σημάτων (ορμονών) που μπορούν να μεταφέρουν την πληροφορία στο βλαστό. Ολόκληρο το φυτό επηρεάζεται στη συνέχεια όταν οι ρίζες μεγαλώνουν σε αλατούχο μέσο.

Η αλατότητα επηρεάζει αρνητικά τη βιομάζα της ρίζας. Το ανώτερο όριο ανθεκτικότητας μετά από το οποίο το βάρος της ρίζας της τομάτας μειώνεται καθώς η αλατότητα αυξάνεται εκτιμήθηκε ότι είναι ανάμεσα από 6 dS/m και 4 dS/m. Βρέθηκε ότι σε φυτά τομάτας που εκτέθηκαν σε αλατότητα οι ρίζες εμφανίστηκαν μια εβδομάδα αργότερα και υπήρξε μια καθυστέρηση 20 ημερών για να φτάσει η ρίζα των φυτών τα 80 cm και η πυκνότητα του μήκους των ριζών (cm ρίζας ανά cm³ εδάφους) στο τέλος της ζωής του φυτού ήταν ένα τέταρτο σε σχέση με τα φυτά που δεν εκτέθηκαν στην αλατότητα.

Σε συνθήκες υψηλής αλατότητας η ρίζα επηρεάζεται λιγότερο από το υπέργειο τμήμα και έτσι η αναλογία ξηρού βάρους ρίζας/βλαστού είναι υψηλότερη σε φυτά που αναπτύσσονται σε αλατούχες συνθήκες σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης (Cuartero & Fernandez-Munoz, 1999).

Ανάπτυξη βλαστού

Η αλατότητα καθυστερεί την ανάπτυξη του βλαστού της τομάτας. Στο στάδιο ανάπτυξης του σπορόφυτου, όσο νωρίτερα εκτεθεί στην αλατότητα το φυτό, τόσο μικρότερη είναι η ανάπτυξη του βλαστού. Το ξηρό βάρος του βλαστού μειώνεται σε αλατούχες συνθήκες (Cuartero & Fernandez-Munoz, 1999).

Η αλατότητα επηρεάζει δυσμενώς το ρυθμό ανάπτυξης του φυτού καθώς και την έκταση της φυλλικής επιφάνειας (Perez *et al.*, 1993). Σε συγκεντρώσεις αλάτων 70 και 140 mM το ξηρό βάρος των φύλλων μειώθηκε κατά 15% και 25% αντίστοιχα, ενώ της ρίζας 13% και 18% σε σχέση με το μάρτυρα (0 dS/m). Τα ανωτέρω, καθώς και άλλα αποτελέσματα, συνηγορούν ότι η μείωση της παραγωγής της τομάτας είναι αποτέλεσμα και της μειωμένης ανάπτυξης των φυτών (Papp *et al.*, 1983). Πειράματα (Kerkides *et al.*, 1997) έδειξαν ότι το ύψος και το ξηρό βάρος φυτών τομάτας που δέχτηκαν μεταχείριση με νερό αλατότητας 3,2 dS/m δε μειώθηκε σημαντικά σε σύγκριση με το μάρτυρα (1,5 dS/m), ενώ αντίθετα η παραγωγή καρπών μειώθηκε κατά 45%. Σε υψηλότερα επίπεδα αλατότητας 5,2 dS/m και 7,2 dS/m, το ύψος των φυτών παρουσίασε αντίστοιχα μείωση 11,6% και 18,3%, το ξηρό βάρος 37,7% και

38,4% και η απόδοση μειώθηκε αντίστοιχα κατά 55,1% και 70,6% σε σχέση με το μάρτυρα (1,5 dS/m).

Η αλατότητα επηρέασε την ανάπτυξη των φυλλαρίων (μήκος και πλάτος), τον αριθμό των φυλλαρίων ανά φύλλο καθώς και τα μεσογονάτια του μίσχου. Συνεπώς, σε επίπεδο φύλλου, οι διαστάσεις επηρεάστηκαν. Επιπλέον, τροποποιήθηκε ο ρυθμός και η διάρκεια ανάπτυξης. Η μεγαλύτερη διάρκεια ανάπτυξης κατά την επέμβαση με υψηλή αλατότητα έτεινε να μειώσει την επίδραση της μεγάλης διαφοράς στο ρυθμό ανάπτυξης των φύλλων. Τα μεσογονάτια των φύλλων επίσης μειώθηκαν με την αλατότητα. Ως εκ τούτου, σε επίπεδο φυτού, το ύψος και η διάμετρος του φυτού, καθώς και η περιοχή των φύλλων μειώθηκαν με την αλατότητα (Najla *et al.*, 2007).

Η αύξηση της αλατότητας αλλάζει τη μορφολογία του φύλλου (μειώνει την πυκνότητα των στομάτων), μειώνει την αγωγιμότητα των στομάτων και το ρυθμό φωτοσύνθεσης ανάλογα με την ποικιλία. Η μείωση της φωτοσύνθεσης οφείλεται κυρίως στο κλείσιμο των στομάτων και τη μείωση της πυκνότητάς τους και όχι σε βιοχημικές αλλαγές στο μεσόφυλλο (Romero-Aranda *et al.*, 2001, Xu *et al.*, 1994).

Η αλατότητα αυξάνει τη συγκέντρωση του Na^+ και Cl^- στους φυτικούς ιστούς και μειώνει τη συγκέντρωση K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} και NO_3^- . Η αντοχή της τομάτας στην αλατότητα φαίνεται να σχετίζεται με την ικανότητα να διατηρεί χαμηλή συγκέντρωση Na στα νεαρά φύλλα (Shannon *et al.*, 1987).

Χαρακτηριστικά που συνδέονται με την απόδοση

Η παραγωγή της τομάτας μειώνεται όταν η EC του νερού άρδευσης είναι μεγαλύτερη από 2-2,5 dS/m (Mass & Hoffman, 1997, Mitchell *et al.*, 1991). Η αύξηση της EC κατά 1 dS/m πάνω από τις ανωτέρω τιμές προκαλεί μείωση της παραγωγής κατά 9-10% σύμφωνα με τους Mass (1984), Saranga *et al.* (1991), Soria & Quartero (1977) και κατά 14% σύμφωνα με τους Martinez *et al.* (1987).

Σύμφωνα με τους Sharaf & Hobson (1986) η μείωση της παραγωγής σε χαμηλά επίπεδα αλατότητας οφείλεται κυρίως στη μείωση του μέσου βάρους καρπών, ενώ σε υψηλότερα επίπεδα και στη μείωση του αριθμού καρπών ανά φυτό, ενώ οι Al-Busaidi *et al.* (2009) υποστηρίζουν ότι σε αλατούχες συνθήκες (3 και 6 dS

m⁻¹) όλοι οι παράμετροι των φυτών μειώνονται συγκρινόμενα με το μάρτυρα εκτός από τον αριθμό των καρπών κάποιων ποικιλιών.

Οι καρποί τομάτας που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες ήπιας αλατότητας ωριμάζουν νωρίτερα από αυτές που αρδεύονταν με νερό καλής ποιότητας (Sharaf & Hobson, 1986).

Η αλατότητα δεν επηρεάζει την κανονική κατανομή της ξηρής μάζας μεταξύ καρπών, βλαστού και ριζών (περίπου 52, 44 και 4% αντίστοιχα) ακόμη και όταν παρατηρούνται μειώσεις στην απόδοση κατά 25% σε σχέση με το μάρτυρα. Με μεγαλύτερες μειώσεις στην απόδοση, η αναλογία της ξηρής μάζας των καρπών μειώνεται και η ξηρή μάζα του βλαστού και της ρίζας αυξάνει (Ehret & Ho, 1986).

Ποιότητα καρπού

Πειράματα των Mizrahi and Pasternak (1985) έδειξαν για την τομάτα ότι, ενώ η επίδραση της αλατότητας μειώνει την απόδοση και το μέγεθος των καρπών, βελτιώνει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Η εργασία αυτή έδειξε, ότι φυτά στα οποία εφαρμόστηκε άρδευση με νερό υψηλής αλατότητας, παρήγαγαν καρπούς με αυξημένα ολικά διαλυτά στερεά, αυξημένη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, υψηλότερη οξύτητα (% κιτρικό οξύ) και υψηλότερο pH. Επιπλέον, οι Mitchell *et al.* (1991) παρατήρησαν αύξηση και στα σάκχαρα και τα οργανικά οξέα, συνεπώς η αλατότητα συντελεί στην καλύτερη γεύση των καρπών.

Η διάρκεια ζωής (shelf-life) και η συμπίεση (firmness) των καρπών μειώνονται με την αύξηση της αλατότητας πάνω από τα 50 mM NaCl (Mizrahi, 1982). Επιπλέον, προκαλεί αύξηση του ποσοστού καρπών με ξηρή κορυφή (Cuartero & Fernandez-Munoz, 1999).

1.3.3 Προσπάθειες βελτίωσης της ανθεκτικότητας στην αλατότητα των φυτών τομάτας

Οι προσπάθειες βελτίωσης της ανθεκτικότητας στην αλατότητα των καλλιεργειών συνάντησαν πολύ περιορισμένη επιτυχία, λόγω της πολυπλοκότητας του χαρακτηριστικού, τόσο γενετικά όσο και φυσιολογικά. Οι προσπάθειες για την

παραγωγή ανθεκτικών στην αλατότητα καλλιεργειών αφορούσαν τόσο την εξημέρωση του αλοφύτων και το χειρισμό των υφιστάμενων ειδών μέσω των συμβατικών προγραμμάτων βελτίωσης, τη χρήση της *in vitro* επιλογής, τη χρήση φυσιολογικών χαρακτηριστικών, τον ενδοειδικό υβριδισμό, τη χρήση της επιλογής με τη βοήθεια μοριακών δεικτών και την ανάπτυξη διαγονιδιακών φυτών (Flowers T.J. & Flowers S.A., 2005). Επιλύοντας ένα πρόβλημα τόσο σύνθετο όσο η επικερδής χρήση του αλατούχου νερού στην αρδευόμενη γεωργία απαιτεί περισσότερες από μία στρατηγικές. Εκτός από τις ανθεκτικές ποικιλίες χρειάζεται να εφαρμοστούν αρκετές καλλιεργητικές πρακτικές, συνεισφέροντας η καθεμιά σε ένα μικρό βαθμό ώστε να επιτραπεί στα φυτά να ανέχονται καλύτερα τις αρνητικές επιπτώσεις της αλατότητας (Cuartero & Fernandez-Munoz, 1999). Κάποιες από τις προτεινόμενες πρακτικές, όπως η εφαρμογή χημικών λιπασμάτων σε επίπεδα κάπως πάνω από το άριστο στην άρδευση με καθαρό νερό, η εφαρμογή χημικών τροποποιήσεων ή η έκπλυση του άλατος σε βαθύτερα στρώματα εδάφους, είναι ελάχιστα συμβατές με την επείγουσα ανάγκη της διατήρησης του περιβάλλοντος (Cuartero *et al.*, 2006).

Μια περιβαλλοντικά φιλική τεχνική για την αποφυγή ή μείωση των απωλειών στην παραγωγή που προκαλείται από την αλατότητα σε υψηλοαποδοτικούς γενότυπους που ανήκουν στις οικογένειες των *Solanaceae* ή των *Cucurbitaceae* θα ήταν να εμβολιαστούν σε υποκείμενα ικανά να βελτιώσουν τη ζημία από την αλατότητα στο βλαστό (Santa-Cruz *et al.*, 2002; Fernandez-Garcia *et al.*, 2002, 2004; Estan *et al.*, 2005, Colla *et al.*, 2005, 2006a,b, 2010, Wei *et al.*, 2007, Goreta *et al.*, 2008; Martinez-Rodriguez *et al.*, 2008; Zhu *et al.*, 2008a,b; He *et al.*, 2009; Huang *et al.*, 2009a,b,c, 2010, Uygur & Yetisir, 2009, Yetisir and Uygur, 2010, Zhen *et al.*, 2010). Αυτή η στρατηγική θα μπορούσε ακόμη να δώσει τη δυνατότητα στο βελτιωτή φυτών να συνδυάσει επιθυμητά χαρακτηριστικά βλαστού με καλά χαρακτηριστικά ρίζας (Zijlstra *et al.*, 1994; Pardo *et al.*, 1998). Προτεινόμενες εξηγήσεις για την ανθεκτικότητα στην αλατότητα που επάγεται από τον εμβολιασμό είναι: (1) υψηλότερη συγκέντρωση προλίνης και σακχάρων στα φύλλα (Ruiz *et al.*, 2005), (2) υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα στα φύλλα (Lopez-Gomez *et al.*, 2007), (3) χαμηλότερη συγκέντρωση ιόντων νατρίου και/ή χλωρίου στα φύλλα (Fernandez-Garcia *et al.*, 2004, Estan *et al.*, 2005, Goreta *et al.*, 2008, Zhu *et al.*, 2008a,b).

Ο εμβολιασμός είναι μια ολοκληρωμένη αμοιβαία διαδικασία και τόσο το εμβόλιο όσο και το υποκείμενο επηρεάζουν την ανθεκτικότητα στην αλατότητα των εμβολιασμένων φυτών (Etehadnia *et al.*, 2008). Οι Romero *et al.* (1997) παρατήρησαν ότι τα χαρακτηριστικά της ρίζας είναι πρωταρχικής σημασίας στον καθορισμό της ανθεκτικότητας στην αλατότητα των φυτών πεπονιού. Επιπλέον, η σημασία του ριζικού συστήματος στη ρύθμιση της ανθεκτικότητας έχει αναφερθεί σε ευαίσθητες στην αλατότητα πατάτες και σε ανθεκτικές στην αλατότητα πατάτες (Shaterian *et al.*, 2005). Σε αντίθεση, οι Chen *et al.* (2003) συμπέραναν ότι οι γενότυποι των εμβολίων παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των εμβολιασμένων φυτών τομάτας, άσχετα από την αλατότητα στο μέσο ανάπτυξης, ενώ το υποκείμενο έχει μικρή επιρροή. Μελέτες σε φυτά τομάτας προτείνουν ότι τα χαρακτηριστικά του υποκειμένου που μεταφέρουν ανθεκτικότητα στο βλαστό εξαρτώνται επίσης από την ανθεκτικότητα στην αλατότητα του γενότυπου του βλαστού (Santa-Cruz *et al.*, 2002). Επιπλέον, μια πρόσφατη μελέτη στο αγγούρι επίσης πρότεινε ότι η ανθεκτικότητα στην αλατότητα των σπορόφυτων εμβολιασμένου αγγουριού σχετίζεται με το γενότυπο του βλαστού (Zhu *et al.*, 2008a,b).

1.3.4 Απόκριση στην αλατότητα των εμβολιασμένων φυτών

Ο εμβολιασμός στα φυτά της τομάτας είναι μια υποσχόμενη πρακτική για τη βελτίωση της απόδοσης των καλλιεργειών σε αλατούχες συνθήκες. Σε υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας τομάτας σε ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα τα εμβολιασμένα φυτά έδωσαν σημαντικά υψηλότερη παραγωγή σε σύγκριση με τα αυτόρριζα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η αυξημένη παραγωγή των εμβολιασμένων φυτών σε όλα τα επίπεδα αλατότητας οφειλόταν στο μεγαλύτερο αριθμό καρπών ανά φυτό, ενώ το μέσο βάρος καρπού δε διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων εμβολιασμού. Αντίθετα, η αύξηση της αλατότητας ελάττωσε την παραγωγή λόγω μείωσης του μέσου βάρους των καρπών ενώ δεν επηρέασε τον αριθμό των καρπών ανά φυτό (Ολύμπιος κ.ά., 2009).

Σύμφωνα με τους Fernandez-Garcia *et al.* (2004), η απόδοση ήταν υψηλότερη στα εμβολιασμένα σε σχέση με τα μη εμβολιασμένα φυτά, για 0, 30 και 60 mM NaCl.

Η αλατότητα αύξησε τα στερεά διαλυτά συστατικά, τη γλυκόζη και τη φρουκτόζη, κυρίως στα 60 mM NaCl, ενώ το ασκορβικό οξύ αυξήθηκε σημαντικά μόνο για τα εμβολιασμένα φυτά σε 0 mM NaCl. Οι συγκεντρώσεις του β-καροτένιου και του λυκοπένιου δεν επηρεάστηκαν από την αλατότητα, αλλά μια μεγάλη αύξηση εξαιτίας του εμβολιασμού παρατηρήθηκε για όλες τις επεμβάσεις. Οι συγκεντρώσεις ιόντων νατρίου, χλωρίου και νιτρικών ήταν υψηλότερες στα μη εμβολιασμένα σε σχέση με τα εμβολιασμένα φυτά, για την επέμβαση των 60 mM NaCl. Έτσι, ο εμβολιασμός θα μπορούσε να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για την αύξηση ποιότητας των καρπών της τομάτας.

Οι Santa-Cruz *et al.* (2001) βρήκαν μια αύξηση στην ανάπτυξη και την απόδοση σε καρπούς όταν μια ευαίσθητη στην αλατότητα ποικιλία «Moneymaker» εμβολιάστηκε σε ένα ανθεκτικό υποκείμενο «Pera» και αρδεύτηκε με νερό που περιείχε 50mM NaCl συγκρινόμενη με αυτοεμβολιασμένα φυτά. Οι Estan *et al.* (2005) επίσης βρήκαν ότι ο εμβολιασμός αποτελεί έναν εναλλακτικό τρόπο βελτίωσης της ανθεκτικότητας στην αλατότητα σε ένα εμπορικό υβρίδιο τομάτας «Jaguar» που εμβολιάστηκε σε διάφορα υποκείμενα τομάτας («Radja», «Volgogradskij», «Pera», και «Volgogradskij» × «Pera») με διαφορετικό δυναμικό αποκλεισμού αλατούχων ιόντων και καλλιεργήθηκαν σε διαφορετικές συγκεντρώσεις NaCl (0, 25, 50, και 75mM NaCl). Οι Estan *et al.* (2005) ανέφεραν ότι η θετική επίδραση στην ανθεκτικότητα στην αλατότητα που προκλήθηκε από τα υποκείμενα ήταν μικρότερη στα 25 mM NaCl από ότι στα 50 και 75 mM NaCl υποδεικνύοντας ότι η ανθεκτικότητα που επάγεται από το υποκείμενο στο βλαστό σχετίζεται περισσότερο με το ιοντικό παρά με το οσμωτικό στρες που προκύπτει από την αλατότητα. Οι Martinez-Rodriguez *et al.* (2008) έθεσαν το ερώτημα αν ο γενότυπος του βλαστού με ένα χαρακτήρα «αποκλεισμού αλάτων» («Moneymaker») μπορεί να αυξήσει την ανθεκτικότητά του όταν εμβολιάζεται σε υποκείμενα («Radja» και «Pera») με χαρακτήρα «αποκλεισμού αλάτων». Ο εμβολιασμός είτε στο «Radja» ή στο «Pera» βελτίωσε την απόδοση σε καρπούς της τομάτας συγκρινόμενη με τα αυτοεμβολιασμένα φυτά του «Moneymaker» όταν τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε 50 mM NaCl, αν και δεν υπήρχε επίδραση από κανένα υποκείμενο ή από τον εμβολιασμό καθεαυτό στην απόδοση κατά την απουσία της αλατότητας ή στα 25 mM NaCl. Η αύξηση στην απόδοση σε ετεροεμβολιασμένα έναντι των αυτοεμβολιασμένων φυτών ήταν περίπου 40% αν και σε μια προηγούμενη έρευνα

(Estan *et al.*, 2005) η αύξηση ήταν 80% για το ίδιο επίπεδο αλατότητας, αν και ήταν με διαφορετικό εμβόλιο. Ο γενότυπος του βλαστού που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη των Martinez-Rodriguez *et al.* (2008) («Moneymaker») είναι καλύτερος όσο αφορά στον αποκλεισμό των αλάτων από αυτόν που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη των Estan *et al.* (2005) «Jaguar», έτσι οι διαφορετικές αυξήσεις στην απόδοση μπορεί να οφείλονται σε χαμηλότερη συγκέντρωση ιόντων στο βλαστό που επάγεται από το ίδιο επίπεδο στρες όταν χρησιμοποιείται ένας γενότυπος με υψηλότερη ικανότητα αποκλεισμού όπως ο «Moneymaker». Στο σύνολό τους, αυτά τα αποτελέσματα υποστηρίζουν το συμπέρασμα ότι η ανθεκτικότητα στην αλατότητα του βλαστού εξαρτάται από το ριζικό σύστημα, ανεξάρτητα από το γενότυπο που χρησιμοποιείται ως εμβόλιο, παρόλο που η θετική επίδραση του υποκειμένου μπορεί να φανεί σε ένα διαφορετικό βαθμό ανάλογα με τη μεγαλύτερη ή μικρότερη ικανότητα αποκλεισμού του γενοτύπου του βλαστού (Colla *et al.*, 2010).

Οι He *et al.* (2009) προσδιόρισαν την ανταλλαγή αερίων των φύλλων τομάτας «Hezu903», μη εμβολιασμένα, αυτοεμβολιασμένα ή εμβολιασμένα στο «Zhezhen» και εκτιθέμενα σε 0, 50, 100, ή 150 mM NaCl, για περισσότερο από δύο εβδομάδες. Όπως αναφέρθηκε, ο καθαρός ρυθμός αφομοίωσης CO₂ (A) μειώθηκε με το αυξημένο επίπεδο αλατότητας. Στα εμβολιασμένα σε υποκείμενο φυτά, η μείωση συνοδευόταν από μια σημαντική μείωση στη στοματική αγωγιμότητα (Gs) και την ενδοκυτταρική συγκέντρωση CO₂ (Ci), που συνεπάγεται ότι οι στοματικοί περιορισμοί ήταν υπεύθυνοι για τη μείωση στον καθαρό ρυθμό αφομοίωσης CO₂ (A) από την επέμβαση με την αλατότητα (Farquhar & Sharkey, 1982). Στα μη εμβολιασμένα και αυτοεμβολιασμένα φυτά, η ενδοκυτταρική συγκέντρωση CO₂ (Ci) μειώθηκε κάτω από μέτριες συνθήκες στρες, αλλά δεν άλλαξε κάτω από σοβαρές συνθήκες, ενώ ο καθαρός ρυθμός αφομοίωσης CO₂ και η στοματική αγωγιμότητα μειώθηκαν δραματικά, που υποδεικνύει την ύπαρξη μη στοματικών περιορισμών. Αυτό μπορεί να δείχνει ότι, όταν εκτέθηκαν σε 150 mM NaCl, τα μη εμβολιασμένα και τα αυτοεμβολιασμένα φυτά υπέφεραν από σοβαρό στρες (Flexas & Medrano, 2002). Κάτω από μέτρια και σοβαρά στρες, τα εμβολιασμένα σε υποκείμενα φυτά έδειξαν υψηλότερο καθαρό ρυθμό αφομοίωσης CO₂ από τα μη εμβολιασμένα και αυτοεμβολιασμένα φυτά. Αυτό ήταν σε συμφωνία με προηγούμενα ευρήματα ότι ο εμβολιασμός σε κάποια υποκείμενα βελτιώνει τη φωτοσυνθετική απόδοση των φυτών σε συνθήκες αλατότητας (Moya *et al.*, 2002, Massai *et al.*, 2004). Η

αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (WUE), που υπολογίζεται ως η αναλογία του καθαρού ρυθμού αφομοίωσης CO₂ προς τη διαπνοή (E), αυξήθηκε σε μέτρια στρεσαρισμένα από την αλατότητα φυτά τομάτας, οφειλόμενη στη γρήγορη μείωση του ρυθμού διαπνοής. Συγκρινόμενα με τα μη εμβολιασμένα και τα αυτοεμβολιασμένα φυτά, τα εμβολιασμένα σε υποκείμενα φυτά είχαν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα χρήσης νερού σε αλατούχες συνθήκες, το οποίο μπορεί να προκύπτει από την πιο ήπια μείωση της φωτοσυνθετικής απόδοσης στα εμβολιασμένα σε υποκείμενα φυτά (He *et al.*, 2009). Η υψηλότερη αποτελεσματικότητα χρήσης νερού είναι σημαντική για την ανθεκτικότητα στην αλατότητα, αφού η υψηλή αποτελεσματικότητα χρήσης νερού μπορεί να μειώσει την πρόσληψη αλάτων και να βελτιώσει την ανεπάρκεια νερού που επάγεται από την αλατότητα (Moya *et al.*, 1999, Karaba *et al.*, 2007).

Οι Santa-Cruz *et al.* (2002) βρήκαν ότι, σε αλατούχες συνθήκες, το υδατικό περιεχόμενο των φύλλων αυξήθηκε κατά 35% σε εμβολιασμένα φυτά όταν το εμβόλιο είχε ένα χαρακτήρα που επιτρέπει την είσοδο των αλάτων σε σχέση με τα αυτοεμβολιασμένα φυτά. Αυτή η ικανότητα να αυξάνεται το υδατικό περιεχόμενο των φύλλων σχετίζεται με τη μικρότερη μείωση της ανάπτυξης του βλαστού (Neumann, 1997, Rus *et al.*, 1999). Επίσης, το υδατικό περιεχόμενο των φύλλων παρέμεινε παρόμοιο κάτω από συνθήκες ελέγχου σε αρκετούς συνδυασμούς εμβολιασμών στην τομάτα, αλλά αυξήθηκε σε ανόμοια επίπεδα αλατότητας, υποδεικνύοντας ότι συγκεκριμένοι συνδυασμοί ήταν πιο ανθεκτικοί στην αλατότητα (Martinez-Rodriguez *et al.*, 2008). Όμως, η αλατότητα δεν είχε καμία σημαντική επίδραση στο σχετικό υδατικό περιεχόμενο των φύλλων στο αγγούρι και την τομάτα όταν εμβολιάστηκαν σε διαφορετικά υποκείμενα (Huang *et al.*, 2009b, Estan *et al.*, 2005), συγκρινόμενα με τα αυτοεμβολιασμένα φυτά, το οποίο μπορεί να αποδοθεί σε αλλαγές στα διαλυτά συστατικά που συνεισφέρουν στην οσμωτική προσαρμογή (Huang *et al.*, 2009b).

1.3.5 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας στην αλατότητα των εμβολιασμένων φυτών

Η ενισχυμένη ανθεκτικότητα των εμβολιασμένων λαχανικών συχνά συνδέεται με το ριζικό σύστημα. Στις τομάτες, οι He *et al.* (2009) παρατήρησαν ότι η ξηρή μάζα

της ρίζας μειώθηκε στα 100 και 150 mM NaCl, σε σύγκριση με μη αλατούχες συνθήκες, αλλά η μείωση ήταν μικρότερη στα εμβολιασμένα σε υποκείμενα φυτά. Ως εκ τούτου, η καλύτερη ανάπτυξη των εμβολιασμένων καλλιεργειών σε σχέση με τις μη εμβολιασμένες που εκτίθενται στην αλατότητα θα μπορούσε να αποδοθεί, τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό, σε διαφορετική ανάπτυξη της ρίζας σε συνθήκες αλατότητας.

Οι υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων προκαλούν ανισορροπία ιόντων, τοξικότητα ιόντων, και υπεροσμωτικό στρες στα φυτά. Ως συνέπεια αυτών των πρωταρχικών επιδράσεων, συχνά συμβαίνουν δευτερογενή στρες όπως η οξειδωτική βλάβη (Zhu, 2001a). Σύμφωνα με τους Colla *et al.* (2010) τα εμβολιασμένα φυτά αναπτύσσουν αναρίθμητους φυσιολογικούς και βιοχημικούς μηχανισμούς για να αντιμετωπίσουν το στρες της αλατότητας. Αυτές οι στρατηγικές περιλαμβάνουν: α) αποκλεισμό των αλάτων στο βλαστό και κατακράτησή των ιόντων των αλάτων στη ρίζα, β) καλύτερη διατήρηση της ομοιόστασης του καλίου, γ) διαμερισματοποίηση των ιόντων των αλάτων στο χυμοτόπιο, συσσώρευση των συμβατών διαλυτών ουσιών και οσμωλυτών στο κυτόπλασμα, δ) ενεργοποίηση ενός αντιοξειδωτικού συστήματος άμυνας, και ε) επαγωγή των αλλαγών από μεσολάβηση των ορμονών στην αύξηση του φυτού.

Η πιο κοινή επίπτωση της αλατότητας του εδάφους είναι η αναστολή της ανάπτυξης που οφείλεται σε άμεση τοξικότητα ιόντων νατρίου και χλωρίου σε βιοχημικό επίπεδο. Για κάποια φυτά, συμπεριλαμβανομένων των λαχανικών όπως το αγγούρι, το πεπόνι, το καρπούζι, η τομάτα και η μελιτζάνα, το ιόν νατρίου είναι η πρωταρχική αιτία της βλάβης που προκαλείται από τα ιόντα (Tester & Davenport, 2003, Varlagas *et al.*, 2010). Τα φυτά που εμβολιάστηκαν σε κατάλληλα υποκείμενα περιόρισαν τη μεταφορά ιόντων νατρίου από τη ρίζα στο βλαστό (Romero *et al.*, 1997, Estan *et al.*, 2005, Goreta *et al.*, 2008, Zhu *et al.*, 2008a). Όμως, είναι άγνωστο αν ο εμβολιασμός μπορεί να μειώσει την πρόσληψη νατρίου από το φυτό. Οι μηχανισμοί ανθεκτικότητας στην αλατότητα μπορούν να συμβούν σε ένα εύρος οργανωτικών επιπέδων από το κυτταρικό επίπεδο (π.χ. διαμερισματοποίηση των ιόντων νατρίου μέσα στο φυτό) μέχρι ολόκληρο το φυτό (π.χ. αποκλεισμός του ιόντος νατρίου από το φυτό και αποκλεισμός του ιόντος νατρίου από το βλαστό) (Tester & Davenport, 2003, Moller *et al.*, 2009). Η ενισχυμένη ανθεκτικότητα στην αλατότητα

των εμβολιασμένων λαχανικών συνδέεται συχνά με το χαμηλότερο περιεχόμενο σε ιόντα νατρίου και/ή χλωρίου στο βλαστό. Στις τομάτες, οι συγκεντρώσεις ιόντων νατρίου και χλωρίου στο ξύλωμα και τα φύλλα των φυτών που εκτίθενται σε NaCl είναι υψηλότερες στα αυτόρριζα φυτά από ότι στα εμβολιασμένα (Santa-Cruz *et al.*, 2002, Fernandez-Garcia *et al.*, 2002, 2004, Martinez-Rodriguez *et al.*, 2008). Η ανθεκτικότητα στην αλατότητα των φυτών τομάτας βελτιώνεται με τον εμβολιασμό, αλλά τα υποκείμενα έχουν μια διαφορετική ικανότητα ρύθμισης της μεταφοράς των ιόντων νατρίου και χλωρίου στο βλαστό της τομάτας, γεγονός που υποδηλώνει τη σημαντικότητα της επιλογής υποκειμένου (Estan *et al.*, 2005).

Τα εμβολιασμένα φυτά έχουν υψηλότερο περιεχόμενο σε ιόντα καλίου το οποίο φαίνεται να σχετίζεται με τη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην αλατότητα συγκρινόμενη με τα αυτοεμβολιασμένα φυτά (Zhu *et al.*, 2008a, Huang *et al.*, 2009a). Η ανθεκτικότητα στην αλατότητα των εμβολιασμένων φυτών τομάτας συνδέθηκε με τα ιόντα καλίου του ξυλώματος αλλά όχι με αυτά του νατρίου (Albacete *et al.*, 2009). Όμως, η άμεση σχέση μεταξύ της ομοιόστασης των ιόντων καλίου στο φύλλο και η ανθεκτικότητα στην αλατότητα δεν έχει ακόμη καθοριστεί.

Τα φυτά χρειάζεται να διατηρούν εσωτερικό υδατικό δυναμικό χαμηλότερο από αυτό του εδάφους ώστε να διατηρούν τη σπαργή και την πρόσληψη νερού για την ανάπτυξη. Αυτό απαιτεί μια αύξηση σε οσμωτικά είτε μέσω απορρόφησης ανόργανων ιόντων ή με τη σύνθεση μεταβολικά συμβατών διαλυμένων ουσιών. Οι ενώσεις που πιο συχνά συσσωρεύουν περιλαμβάνουν τη σουκρόζη, την προλίνη και τη βεταΐνη της γλυκίνης (Cuartero & Fernandez-Munoz, 1999, Romero-Aranda *et al.*, 2001, Munns & Tester, 2008). Σε αντίθεση με τις ανόργανες διαλυμένες ουσίες όπως τα ιόντα νατρίου και χλωρίου, αυτές οι οργανικές διαλυμένες ουσίες δεν είναι βλαβερές για τα ένζυμα και άλλες κυτταρικές δομές ακόμη και σε υψηλές συγκεντρώσεις. Αναφέρονται συχνά ως συμβατοί οσμωλύτες (Zhu, 2001b). Τα φυτά τομάτας που εμβολιάζονται στο *S. lycopersicum* έχουν ένα υψηλότερο περιεχόμενο σε διαλυμένα σάκχαρα και προλίνη από ότι τα αυτόρριζα φυτά σε συνθήκες αλατότητας (Chen *et al.*, 2005).

Η αλατότητα μειώνει τη στοματική αγωγιμότητα, έτσι περιορίζει τον εφοδιασμό με διοξείδιο του άνθρακα στο φύλλο (Apel & Hirt, 2004). Αυτό στη συνέχεια προκαλεί υπερβολική μείωση της φωτοσυνθετικής αλυσίδας μεταφοράς

ηλεκτρονίων, καταλήγοντας στην παραγωγή ενεργών ειδών οξυγόνου (ROS) όπως ρίζες υπεροξειδίου (O_2^-) και υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2). Αυτά είναι υψηλά αντιδραστικά και μπορούν να διαταράξουν σοβαρά τον κανονικό μεταβολισμό μέσω οξειδωτικής βλάβης στα λιπίδια, τις πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα (Apel & Hirt, 2004). Τα φυτά έχουν τη δυνατότητα να καθαρίσουν ή να αποτοξινώσουν τα ROS παράγοντας διαφορετικούς τύπους αντιοξειδωτικών. Στις τομάτες, η μείωση της οξειδωτικής βλάβης σε εμβολιασμένες τομάτες σε συνθήκες αλατότητας προέρχεται από την αύξηση στη δραστηριότητα της καταλάσης (CAT) και των ενζύμων που περιλαμβάνονται στον κύκλο ασκορβικού-γλουταθειόνης, όπως η ασκορβική υπεροξειδάση (APX), η αφυδροασκορβική αναγωγάση (DHAR) και η αναγωγάση της γλουταθειόνης (GR) (He *et al.*, 2009).

Οι ορμόνες ή οι πρόδρομοί τους έχει υποτεθεί ότι ρυθμίζουν την αναστολή της ανάπτυξης του φύλλου σε συνθήκες αλατότητας γιατί ο μειωμένος ρυθμός ανάπτυξης του φύλλου είναι ανεξάρτητος από εφοδιασμό με υδατάνθρακες, από την κατάσταση του νερού, από την ανεπάρκεια θρεπτικών, και την τοξικότητα ιόντων (Munns & Tester, 2008). Το αμψικικό οξύ (ABA) παίζει ένα κεντρικό ρόλο στην κυτταρική σηματοδότηση και τη σηματοδότηση ρίζας προς βλαστό κατά την αλατότητα, καθώς και στη ρύθμιση της στοματικής αγωγιμότητας (Zhu, 2001b). Οι πολυαμίνες είναι μικρά κατιονικά μόρια, παντού παρόντα σε προκαρυωτικούς και ευκαρυωτικούς οργανισμούς και εμπλέκονται στη ρύθμιση πολλών βασικών κυτταρικών διαδικασιών, όπως η αντιγραφή και η μεταγραφή του DNA, ο πολλαπλασιασμός των κυττάρων, η τροποποίηση των δραστηριοτήτων των ενζύμων, η ακαμψία της μεμβράνης και η σταθεροποίηση (Liu *et al.*, 2004). Τα περιεχόμενα σε αμψικικό οξύ και πολυαμίνες των εμβολιασμένων φυτών τομάτας και μελιτζάνας είναι σημαντικά υψηλότερα από αυτά των αυτόρριζων σπορόφυτων κατά την αλατότητα (Chen *et al.*, 2006, Zhang *et al.*, 2007, Liu *et al.*, 2008a,b). Η διατήρηση του σθένους του βλαστού αραιώνει τα τοξικά ιόντα, αλλά επίσης δημιουργεί νέες πηγές άμυνας εναντίον του στρες, που μπορεί να επιτρέψει στη λειτουργία της ρίζας να καθυστερήσει, να ελαχιστοποιηθεί ή να αποφύγει τις επιδράσεις των τοξικών ιόντων (Munns & Tester, 2008). Η παραγωγικότητα της τομάτας σε αλατότητα εξαρτάται όχι μόνο από τη μεταφορά του μηνύματος των ιόντων από τη ρίζα στο βλαστό, αλλά και από το ορμονικό μήνυμα. Αυτό το ορμονικό μήνυμα μπορεί να ρυθμίσει την ανάπτυξη του φύλλου και το γηρασμό (Albacete *et al.*, 2009). Ο

εμβολιασμός καταλήγει σε μια διαδραστική σχέση ανάμεσα σε ένα υποκείμενο και ένα εμβόλιο. Περισσότερα σήματα από τη ρίζα στο βλαστό πρέπει να αναγνωριστούν ώστε να αποσαφηνιστεί ο μηχανισμός της ανθεκτικότητας στην αλατότητα στα εμβολιασμένα φυτά (Colla *et al.*, 2010).

1.4 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Από την υπάρχουσα βιβλιογραφία προκύπτει ότι ο εμβολιασμός μπορεί να είναι μια ενδιαφέρουσα μέθοδος για την αποφυγή ή τη μείωση των απωλειών στην απόδοση των φυτών τομάτας όταν καλλιεργούνται υπό συνθήκες αυξημένης ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού άρδευσης.

Το αντικείμενο της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας είναι η συγκριτική αξιολόγηση της ανάπτυξης και της απόδοσης των εμβολιασμένων φυτών υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης σε καλλιέργεια θερμοκηπίου και στην ύπαιθρο.

Τα χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν ήταν η ανάπτυξη, η παραγωγικότητα και η βλαστική συμπεριφορά των φυτών. Οι μετρήσεις έγιναν σε φυτά τομάτας εμβολιασμένα πάνω σε πέντε νέα υποκείμενα και εμβολιασμένα στον εαυτό τους και συγκρίθηκαν με την αυτόρριζη ποικιλία.

Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά έχουν μελετηθεί και από άλλους ερευνητές, γεγονός που επιτρέπει τη σύγκριση των αποτελεσμάτων και τη διεξαγωγή συμπερασμάτων, που αφορούν στην καλλιέργεια της τομάτας.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, η συγκριτική αξιολόγηση της ανάπτυξης και της απόδοσης των εμβολιασμένων φυτών τομάτας υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης σε καλλιέργεια θερμοκηπίου και στην ύπαιθρο, πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του αγροκτήματος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το αγρόκτημα βρίσκεται κοντά στην Εθνική Οδό Αθηνών Θεσσαλονίκης, στην περιοχή Βελεστίνου Μαγνησίας (39° 2' Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος, 22° 45' Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος) και σε υψόμετρο 70 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Το έδαφος του αγροκτήματος χαρακτηρίζεται ως αργιλοπηλοαμμώδες ενώ το pH είναι αλκαλικό και η οργανική ουσία βρίσκεται σε μέτρια έως χαμηλά επίπεδα. Γενικά η γονιμότητά του κρίνεται ικανοποιητική.

2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Τα φυτά τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα, τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο, ήταν μια προσφορά της εταιρείας Agrosystem A.E., η οποία εδρεύει στην περιοχή της Κρήτης. Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν αυτόρριζα φυτά ποικιλίας τομάτας Desrina καθώς και φυτά εμβολιασμένα είτε στην ίδια την ποικιλία Desrina, είτε σε πέντε νέα, υπό δοκιμή, υποκείμενα.

Οι παραπάνω μεταχειρίσεις εμβολιασμού και η αυτόρριζη ποικιλία μάρτυρας συνδυάστηκαν με τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας (NaCl): 0,69 mS/cm, 3 mS/cm και 6 mS/cm.

Τα φυτά τομάτας στις 20/04/2010 μεταφέρθηκαν στο αγρόκτημα μέσα σε γλαστράκια. Για την διατήρηση του φυτικού υλικού σε καλή κατάσταση, κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στο θερμοκήπιο και πριν την μεταφύτευσή τους, δέχθηκαν κάποιες καλλιεργητικές φροντίδες, όπως άρδευση κάθε δυο ημέρες. Στη συνέχεια, τα γλαστράκια τοποθετήθηκαν πάνω σε υπερυψωμένους πάγκους θερμοκηπίου, με την αναγκαία προσοχή ώστε να μην ανακατευτούν τα φυτά με τους διαφορετικούς εμβολιασμούς.

2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΥΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ

2.2.1 Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν πειραματική διάταξη. Η καλλιέργεια ήταν εγκατεστημένη σε τρεις σειρές, μία για κάθε άρδευση τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο. Σε κάθε σειρά ήταν τοποθετημένα 5 φυτά από κάθε μεταχείριση, συνολικά δηλαδή 35 φυτά ανά σειρά. Χρησιμοποιήθηκαν δηλαδή 105 φυτά για το θερμοκήπιο και 105 για την ύπαιθρο, συνολικά 210 φυτά. Οι διάφορες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μόνο στα 3 κεντρικά φυτά κάθε ποικιλίας, ώστε να μειωθεί το πειραματικό σφάλμα, αν και σε όλα τα φυτά εφαρμόστηκαν οι ίδιοι χειρισμοί ώστε να αναπτυχθούν ομοιόμορφα. Τα πειραματικά σχέδια του θερμοκηπίου και της υπαίθρου (Σχήμα 1) που εφαρμόστηκαν παρουσιάζονται παρακάτω. Οι συντομεύσεις επεξηγούνται ως εξής:

ΑΡΔΕΥΣΗ 1: Θεωρείται η άρδευση με καθαρό νερό (ηλεκτρική αγωγιμότητα 0,67 mS/cm)

ΑΡΔΕΥΣΗ 2: Θεωρείται η άρδευση με νερό μεσαίας ηλεκτρικής αγωγιμότητας (3 mS/cm)

ΑΡΔΕΥΣΗ 3: Θεωρείται η άρδευση με νερό υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (6 mS/cm)

Π1: εμβολιασμένα φυτά τομάτας της ποικιλίας Despina σε νέο υποκείμενο (1)

Π2: εμβολιασμένα φυτά τομάτας της ποικιλίας Despina σε νέο υποκείμενο (2)

Π3: εμβολιασμένα φυτά τομάτας της ποικιλίας Despina σε νέο υποκείμενο (3)

Π4: εμβολιασμένα φυτά τομάτας της ποικιλίας Despina σε νέο υποκείμενο (4)

Π5: εμβολιασμένα φυτά τομάτας της ποικιλίας Despina σε νέο υποκείμενο (5)

Π6: εμβολιασμένα φυτά τομάτας της ποικιλίας Despina σε φυτά της ίδιας ποικιλίας Despina

Π7: αυτόρριζα φυτά τομάτας της ποικιλίας Despina (μάρτυρας)

ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ		
ΑΡΔΕΥΣΗ 1	ΑΡΔΕΥΣΗ 2	ΑΡΔΕΥΣΗ 3
Π1	Π1	Π1
Π1	Π1	Π1
Π1	Π1	Π1
Π1	Π1	Π1
Π1	Π1	Π1
Π2	Π2	Π2
Π2	Π2	Π2
Π2	Π2	Π2
Π2	Π2	Π2
Π2	Π2	Π2
Π3	Π3	Π3
Π3	Π3	Π3
Π3	Π3	Π3
Π3	Π3	Π3
Π3	Π3	Π3
Π4	Π4	Π4
Π4	Π4	Π4
Π4	Π4	Π4
Π4	Π4	Π4
Π4	Π4	Π4
Π5	Π5	Π5
Π5	Π5	Π5
Π5	Π5	Π5
Π5	Π5	Π5
Π5	Π5	Π5
Π6	Π6	Π6
Π6	Π6	Π6
Π6	Π6	Π6
Π6	Π6	Π6
Π6	Π6	Π6
Π7	Π7	Π7
Π7	Π7	Π7
Π7	Π7	Π7
Π7	Π7	Π7
Π7	Π7	Π7

ΥΠΑΙΘΡΟΣ		
ΑΡΔΕΥΣΗ 3	ΑΡΔΕΥΣΗ 2	ΑΡΔΕΥΣΗ 1
Π1	Π1	Π1
Π1	Π1	Π1
Π1	Π1	Π1
Π1	Π1	Π1
Π1	Π1	Π1
Π2	Π2	Π2
Π2	Π2	Π2
Π2	Π2	Π2
Π2	Π2	Π2
Π2	Π2	Π2
Π3	Π3	Π3
Π3	Π3	Π3
Π3	Π3	Π3
Π3	Π3	Π3
Π3	Π3	Π3
Π4	Π4	Π4
Π4	Π4	Π4
Π4	Π4	Π4
Π4	Π4	Π4
Π4	Π4	Π4
Π5	Π5	Π5
Π5	Π5	Π5
Π5	Π5	Π5
Π5	Π5	Π5
Π5	Π5	Π5
Π6	Π6	Π6
Π6	Π6	Π6
Π6	Π6	Π6
Π6	Π6	Π6
Π6	Π6	Π6
Π7	Π7	Π7
Π7	Π7	Π7
Π7	Π7	Π7
Π7	Π7	Π7
Π7	Π7	Π7

Σχήμα 1: Πειραματικό σχέδιο καλλιέργειας

2.2.2 Προετοιμασία πειραματικών τεμαχίων

Η μεταφύτευση στις γλάστρες πραγματοποιήθηκε την 29/04/2010 γιατί την περίοδο αυτή επικρατούσαν καλύτερες συνθήκες για τα φυτά από άποψη κλίματος σε σχέση με αυτές που επικρατούσαν τις προηγούμενες ημέρες. Η μεταφύτευση έγινε σε γλάστρες βάθους 29 cm και διαμέτρου 31cm, συνοδευμένες από το αντίστοιχο πιατάκι αποστράγγισης. Το υπόστρωμα προέκυψε από ανάμιξη τύρφης και περλίτη σε αναλογία 50:50. Στη συνέχεια οι γλάστρες τοποθετήθηκαν στις κατάλληλες θέσεις σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο και λαμβάνοντας υπόψη τη διατήρηση αποστάσεων μεταξύ τους ικανών για την εκτέλεση των διάφορων καλλιεργητικών εργασιών στη συνέχεια. Κατά τη μεταφύτευση ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε ώστε το σημείο εμβολιασμού να είναι λίγο πάνω από το έδαφος, για να αποφευχθεί τυχόν ανεπιθύμητη έκπτυξη ριζών από το εμβόλιο. Ακόμα, για την μεταφύτευση επιλέχθηκαν τα πιο κατάλληλα φυτά με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί η μετέπειτα κακή εξέλιξη των φυτών.

2.2.3 Άρδευση

Τα φυτά τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο αρδεύονταν με σύστημα στάγδην άρδευσης. Για το σκοπό αυτό εγκαταστάθηκαν στο χώρο του πειράματος τρεις δεξαμενές που εφοδιάζονταν με νερό από τη γεώτρηση του αγροκτήματος. Στην πρώτη δεξαμενή (1100 lt) διοχετευόταν καθαρό νερό χωρίς καμία άλλη προσθήκη. Στη δεύτερη δεξαμενή (850 lt) διαλυόταν 1165 g NaCl ώστε να επιτευχθεί ηλεκτρική αγωγιμότητα της τάξης των 3 mS/cm. Στην τρίτη δεξαμενή διαλυόταν 2330 g NaCl και η ηλεκτρική αγωγιμότητα ανέρχονταν στα 6 mS/cm. Η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του διαλύματος γινόταν τακτικά με φορητό αγωγιμόμετρο της εταιρείας «Hanna». Η εφαρμογή της αλατότητας έγινε 28 ημέρες μετά τη μεταφύτευση των φυτών στις γλάστρες.

Για την άρδευση των φυτών τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο χρησιμοποιήθηκαν μαύροι πλαστικοί σωλήνες, μικρής σχετικά διαμέτρου, οι οποίοι τοποθετήθηκαν παράλληλα σε κάθε σειρά φυτών, ένας για κάθε σειρά φυτών. Πάνω στους σωλήνες ενσωματώθηκαν σταλακτήρες, παροχής 4 lt/h νερού, οι άκρες των οποίων στερεώθηκαν με μικρό ειδικό πασαλάκι κοντά στο φυτό σε κάθε γλάστρα. Το

όλο σύστημα αυτοματοποιήθηκε. Η ρύθμιση του αυτόματου ποτίσματος όσο αφορά στη διάρκεια άρδευσης και στον αριθμό των στάσεων εφαρμογής προσαρμοζόταν στις ανάγκες των φυτών ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν.

2.2.4 Λίπανση

Τόσο στη θερμοκηπιακή όσο και στην υπαίθρια καλλιέργεια μετά τη φύτευση των φυτών στις γλάστρες εφαρμόστηκε ριζοπότισμα με το Kelp 100, φυσικό εκχύλισμα φυκιού, με μεγάλη ποσότητα αυξίνης και κυτοκινίνης, σε ποσότητα του 1 ml ανά φυτό για την ανάπτυξη των ριζών. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε λίπανση με υδατοδιαλυτές μορφές λιπασμάτων 35 ημέρες μετά τη μεταφύτευση, και συγκεκριμένα λίπασμα 20-20-20 σε ποσότητα 100 ml ανά φυτό. Μία εβδομάδα αργότερα η λίπανση εφαρμόστηκε ξανά. Από τις 49 ημέρες μετά τη μεταφύτευση η λίπανση έγινε συνεχής με το λίπασμα 20-20-20 να διοχετεύεται μέσω των δεξαμενών μέχρι την 67^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, όπου το λίπασμα αντικαταστάθηκε με το 20-10-30 στην ίδια δοσολογία και μέχρι τη λήξη του πειράματος.

2.2.5 Καταπολέμηση εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων

Όταν στην καλλιέργεια στο θερμοκήπιο και σε αυτή στην ύπαιθρο παρατηρήθηκαν προσβολές από τετράνυχχο (*Tetranychus spp.*) (25/05/2010) εφαρμόστηκε ψεκασμός με Abamectin, εντομοκτόνο–ακαρεοκτόνο στομάχου και επαφής σε δοσολογία 60 κ. εκ./100 lt.

2.2.6 Υποστύλωση και κλάδεμα

Κατά τη μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε και η υποστύλωσή τους, με σκοπό την καλύτερη αξιοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου. Με το σύστημα υποστύλωσης που εφαρμόστηκε στο θερμοκήπιο τα φυτά αναπτύχθηκαν προς τα πάνω περιελίσσοντας το κεντρικό στέλεχος τους γύρω από έναν σπάγκο. Το κάτω άκρο του σπάγκου δέθηκε κατευθείαν στο βλαστό με μια αρκετά χαλαρή θηλιά, ώστε να μην προκληθεί σύσφιξη καθώς μεγάλωνε η διάμετρος

του βλαστού. Πάνω και παράλληλα με κάθε σειρά φυτών υπήρχε τοποθετημένο ένα σύρμα, πάνω στο οποίο δέθηκαν οι επάνω άκρες των σπάγκων ώστε να είναι χαλαροί και να περιελίσσεται το νέο τμήμα των βλαστών που αναπτύσσονταν και χρειαζόταν υποστήριξη.

Στην υπαίθρια καλλιέργεια η υποστύλωση πραγματοποιήθηκε με καλάμια μήκους περίπου 2m που τοποθετήθηκαν κατακόρυφα στο έδαφος της γλάστρας και δίπλα στο κάθε φυτό και οι κεντρικοί βλαστοί των φυτών δέθηκαν επί των στηριγμάτων με σπάγκο μέχρι να ολοκληρωθεί η ανάπτυξή τους. Αργότερα η υποστύλωση έγινε με τη μορφή των φυτών του θερμοκηπίου καθώς τα φυτά αναπτύσσονταν και χρειαζόταν μεγαλύτερη υποστήριξη.

Όσο αφορά στο κλάδεμα των φυτών τόσο στην καλλιέργεια του θερμοκηπίου όσο και σε αυτή της υπαίθρου εφαρμόστηκε το μονοστέλεχο σύστημα. Με τον τρόπο αυτό αναπτύχθηκε μόνο ο κεντρικός βλαστός των φυτών, ενώ οι πλευρικοί βλαστοί, που αναπτύσσονταν από τους οφθαλμούς στις μασχάλες των φύλλων του κεντρικού βλαστού, κλαδεύονταν πριν ξεπεράσουν τα 2-3 cm.

2.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

2.3.1 Ανάπτυξη

Η ανάπτυξη των φυτών εκτιμήθηκε με την καταγραφή του ύψους, μετρώντας την απόσταση του υψηλότερου σημείου του φυτού από την επιφάνεια του εδάφους της γλάστρας για τα τρία κεντρικά φυτά μόνο κάθε μεταχείρισης και με την καταγραφή του αριθμού των κόμβων κάθε φυτού.

Επίσης, μετρήθηκε ο αριθμός των ταξιανθιών ανά φυτό και ο αριθμός των ανθέων που εμφανίζονταν σε κάθε ταξιανθία. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι καταβάλλονταν κάθε προσπάθεια ώστε τα άνθη να βρίσκονται στο ίδιο στάδιο, κατά την πλήρη άνθηση.

Τέλος, μετρήθηκε ο αριθμός των πράσινων καρπών ανά φυτό.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τις 15 DAT (14/05/2010) ως τις 89 DAT (27/07/2010).

2.3.2 Συγκομιδή - Παραγωγή

Η συγκομιδή καρπών ξεκίνησε στις 49 DAT (17/06/2010) και πραγματοποιήθηκαν 11 συγκομιδές ως την 95 DAT (02/08/2010).

Το κριτήριο για τη συγκομιδή των καρπών ήταν το χρώμα του καρπού. Για να γίνει η συγκομιδή έπρεπε οι καρποί να βρίσκονταν στο στάδιο του κόκκινου χρώματος. Η συγκομιδή πραγματοποιούνταν με το χέρι με τη βοήθεια του κλαδευτικού ψαλιδιού ενώ οι καρποί αποχωρίζονταν από το φυτό με τον κάλυκά τους και μέρος του ποδίσκου.

Μετά από κάθε συγκομιδή οι καρποί μόνο των κεντρικών τριών φυτών κάθε μεταχείρισης, καταμετρούνταν και ζυγίζονταν ξεχωριστά σε ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας.

2.3.3 Νωπό βάρος, ξηρό βάρος

Για την καλλιέργεια τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο στις 69 DAT (07/07/2010) έγινε συγκομιδή 21 φυτών, δηλαδή ενός φυτού από κάθε μεταχείριση και για κάθε άρδευση. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και στις 83 DAT (21/07/2010) όπως και στις 95 DAT (02/08/2010). Προτιμήθηκε να συγκομιστούν τα φυτά στα οποία δεν πραγματοποιούνταν οι μετρήσεις για την ανάπτυξη και την παραγωγή, αλλά προσέχοντας να είναι και αντιπροσωπευτικά.

Αρχικά, μετρήθηκε το ολικό νωπό βάρος κάθε φυτού και αφού χωρίστηκε στα διάφορα τμήματά του - βλαστοί, φύλλα, ταξιανθίες, καρποί και ρίζα- μετρήθηκε το νωπό βάρος τους. Στη συνέχεια τα διάφορα φυτικά τμήματα τεμαχίστηκαν σε μικρότερα κομμάτια για την πιο εύκολη αποξήρανσή τους στο ξηραντήριο. Μετά τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρθηκαν σε κλίβανο στους 85 °C για 48 ώρες για την αποξήρανσή τους. Μετά την ξήρανση τους, οι ιστοί ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας και προέκυψε το ξηρό βάρος των διάφορων φυτικών τμημάτων.

2.3.4 Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα «SPSS 14 for Windows» και οι μέσοι όροι των μεταχειρίσεων συγκρίθηκαν με βάση

το κριτήριο Duncan-test σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$. Οι γραφικές παραστάσεις δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας το «*Microsoft Excel*».

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Κατά τη διάρκεια του πειράματος καταγράφηκε στο θερμοκήπιο η θερμοκρασία κατά τους μήνες Απρίλιο ως Αύγουστο του 2010. Η μέση ημερήσια θερμοκρασία του αέρα ήταν 29,4 °C με μέγιστη τιμή τους 35,8 °C και ελάχιστη τους 22 °C. Στο Διάγραμμα 1, παρουσιάζεται η μέση θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

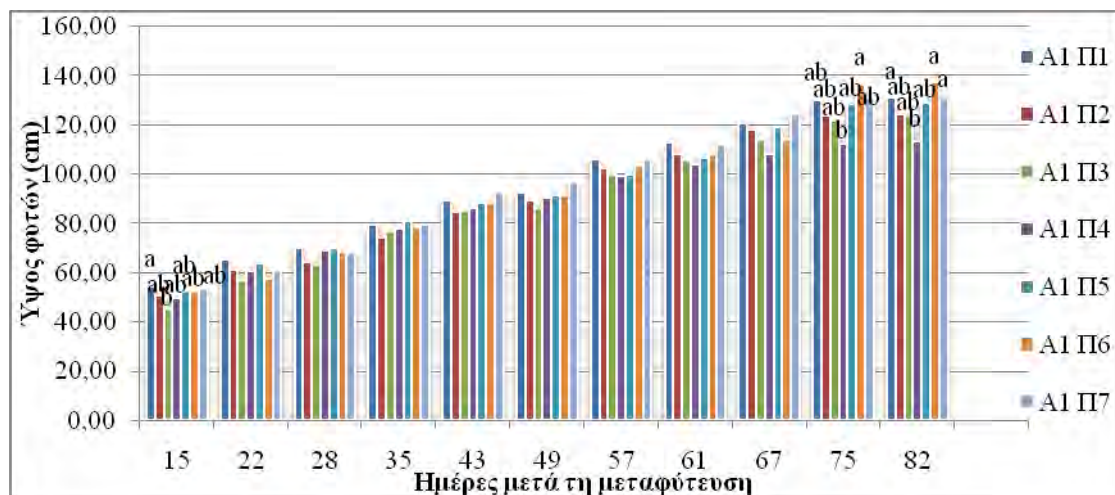


Διάγραμμα 1: Θερμοκρασία εντός του θερμοκηπίου κατά τους μήνες Απρίλιο ως Αύγουστο

3.1.1 Ύψος φυτών

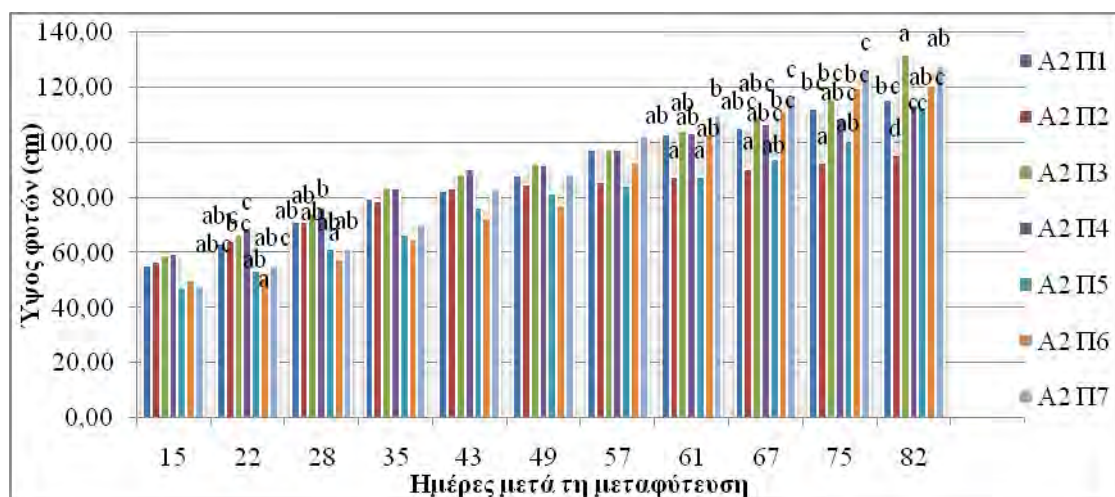
Οι μέσοι όροι του ύψους ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 2, 3 και 4 αντίστοιχα.

Τα φυτά που αρδεύονταν με καθαρό νερό δεν είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικές διαφορές μέχρι και την 67^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, στη συνέχεια όμως κατά την 75^η ημέρα ο εμβολιασμός Π6 παρουσίασε διαφορές σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις ενώ κατά την 82^η ημέρα, τις τελευταίες ημέρες του πειράματος δηλαδή, εξίσου καλή επίδοση με αυτή είχε ο εμβολιασμός Π1, ο εμβολιασμός στα φυτά της ίδιας ποικιλίας Π6 και η αυτόρριξη ποικιλία μάρτυρας Π7.



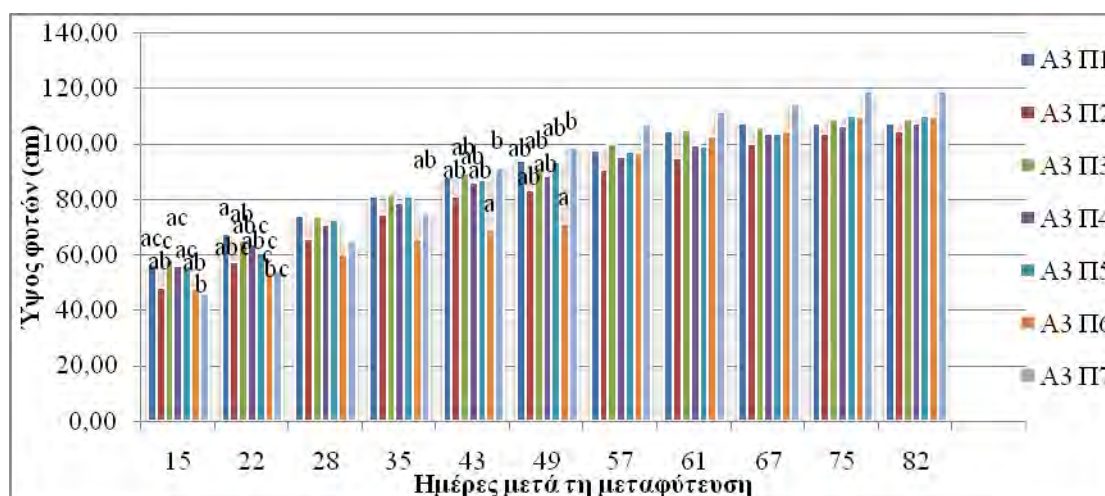
Διάγραμμα 2: Εξέλιξη του μέσου ύψους φυτών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στην άρδευση με νερό μεσαίας ηλεκτρικής αγωγιμότητας τα φυτά δεν παρουσίαζαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μέχρι και 57 ημέρες μετά τη μεταφύτευση ενώ από τις 61 ημέρες και μετά παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους με την αυτόρριξη ποικιλία Π7 να αποδίδει καλύτερα σε σχέση με τους εμβολιασμούς μέχρι και τις 75 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Κατά την 82^η ημέρα όμως μετά τη μεταφύτευση η μεταχείριση που ξεχώρισε ήταν ο εμβολιασμός Π3 με 132 cm ύψους.



Διάγραμμα 3: Εξέλιξη του μέσου ύψους φυτών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στην άρδευση υψηλής αγωγιμότητας τα φυτά των ποικιλιών παρουσίασαν διαφορές κατά τις πρώτες ημέρες μετά τη μεταφύτευση και την εφαρμογή της άρδευσης με αλατότητα και συγκεκριμένα 43 και 49 ημέρες μετά τη μεταφύτευση και με την αυτόρριξη ποικιλία Π7 να ανταποκρίνεται καλύτερα και να είναι η πιο ψηλή ποικιλία και ο εμβολιασμός Π6 αυτός με τις χαμηλότερες επιδόσεις, ενώ από την 57^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση και μέχρι το τέλος του πειράματος δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.



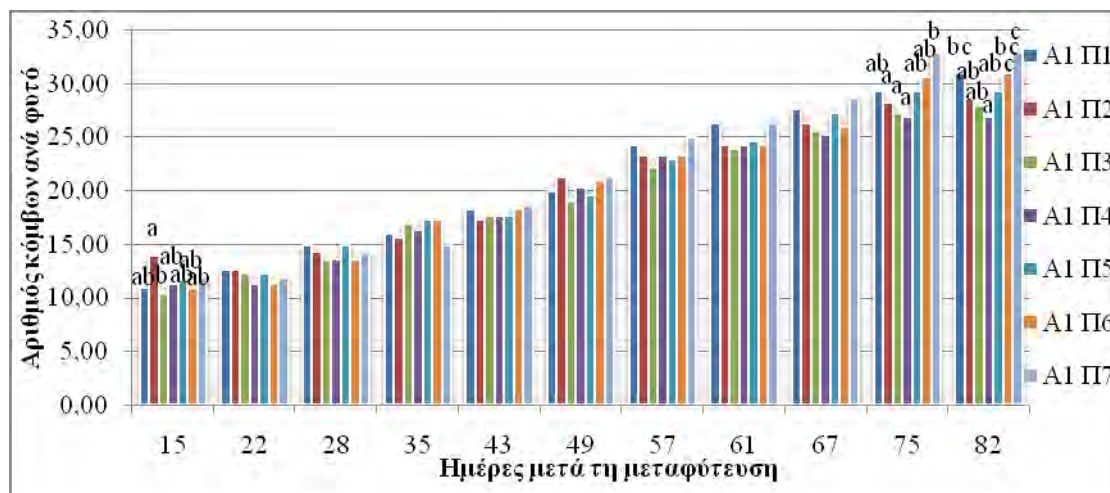
Διάγραμμα 4: Εξέλιξη του μέσου ύψους φυτών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.1.2 Κόμβοι

Οι μέσοι όροι των κόμβων ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 5, 6, και 7 αντίστοιχα.

Στα φυτά τα οποία αρδεύονταν με καθαρό νερό οι μεταχειρίσεις δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές έως και την 67^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση. Κατά την 75^η ημέρα οι ποικιλίες παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους με την αυτόρριξη ποικιλία Π7 να έχει τους περισσότερους

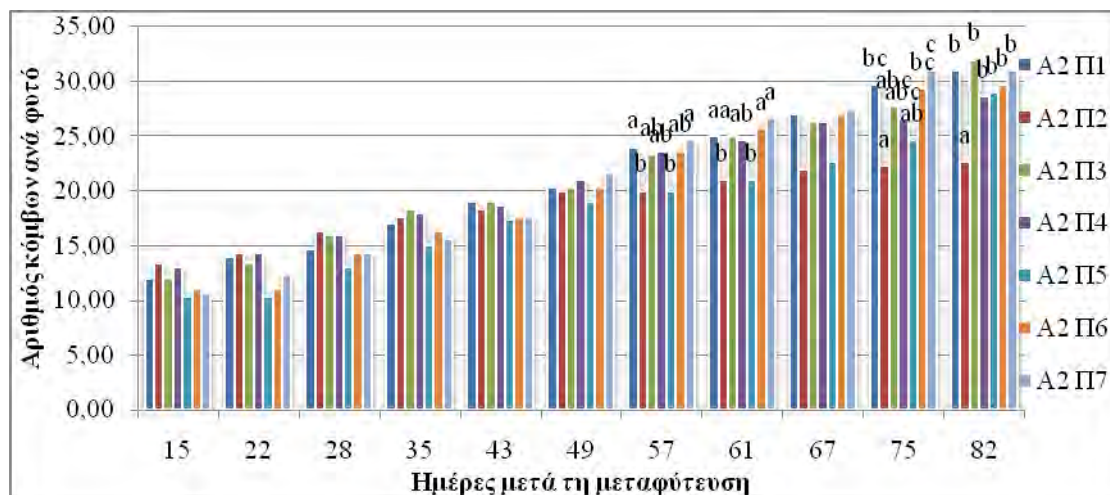
κόμβους. Η ποικιλία Π7 εξακολούθησε να υπερέχει έναντι των άλλων μεταχειρίσεων με 33 κόμβους ανά φυτό και κατά την 82^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση.



Διάγραμμα 5: Μέσος αριθμός κόμβων για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

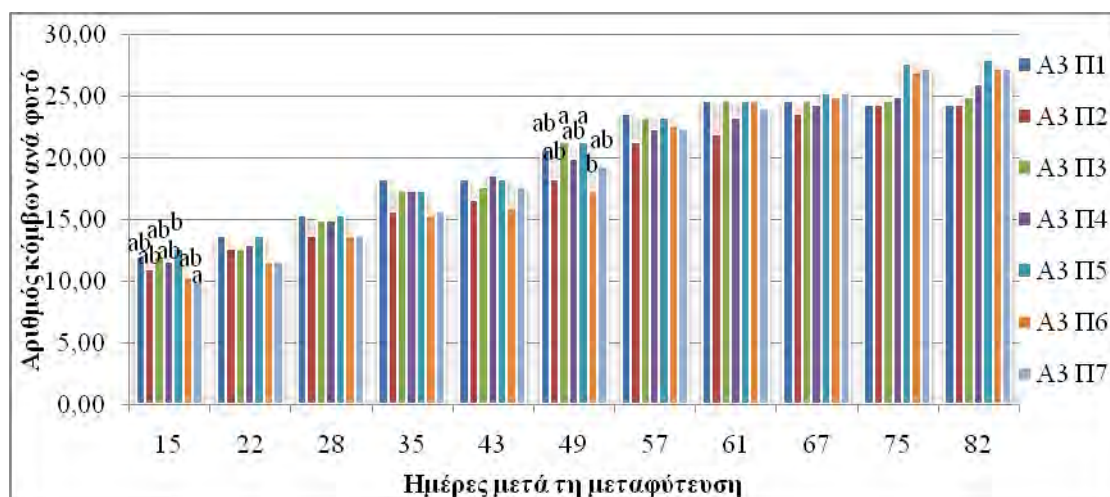
Τα φυτά που αρδεύονταν με νερό μεσαίας ηλεκτρικής αγωγιμότητας δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους έως την 49^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση. Την 57^η ημέρα ο εμβολιασμός Π1 και η αυτόρριξη ποικιλία Π7 εμφάνιζαν το μεγαλύτερο αριθμό κόμβων χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Την 61^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση ο εμβολιασμός Π1 συνέχισε να διαφέρει από κάποιες ποικιλίες, αλλά όχι από τους εμβολιασμούς Π3, Π6 και την αυτόρριξη Π7. Κατά την 67^η ημέρα οι ποικιλίες δεν εμφάνιζαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Την 75^η ημέρα η ποικιλία Π7 είχε τους περισσότερους κόμβους διαφέροντας σημαντικά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Τέλος κατά την 82^η ημέρα οι μεταχειρίσεις που υπερέχουν είναι οι εμβολιασμοί Π1, Π3, Π4, Π5, Π6 και ο μάρτυρας Π7, οι οποίες διέφεραν στατιστικώς σημαντικά από τον εμβολιασμό Π2.



Διάγραμμα 6: Μέσος αριθμός κόμβων για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Κατά την άρδευση με το νερό υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας οι μεταχειρίσεις δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στον αριθμό των κόμβων ανά φυτό τις πρώτες ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Εμφάνισαν διαφορές κατά την 49^η ημέρα με τους εμβολιασμούς Π3 και Π5 να ξεχωρίζουν. Στη συνέχεια του πειράματος οι διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές.



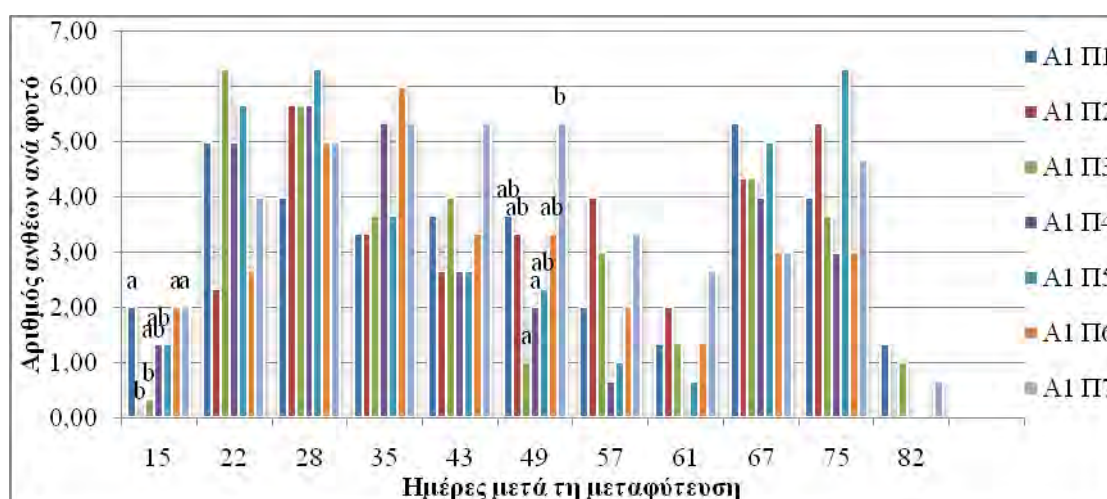
Διάγραμμα 7: Μέσος αριθμός κόμβων για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.1.3 Άνθη

Οι μέσοι όροι των ανθέων ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 8, 9, και 10 αντίστοιχα.

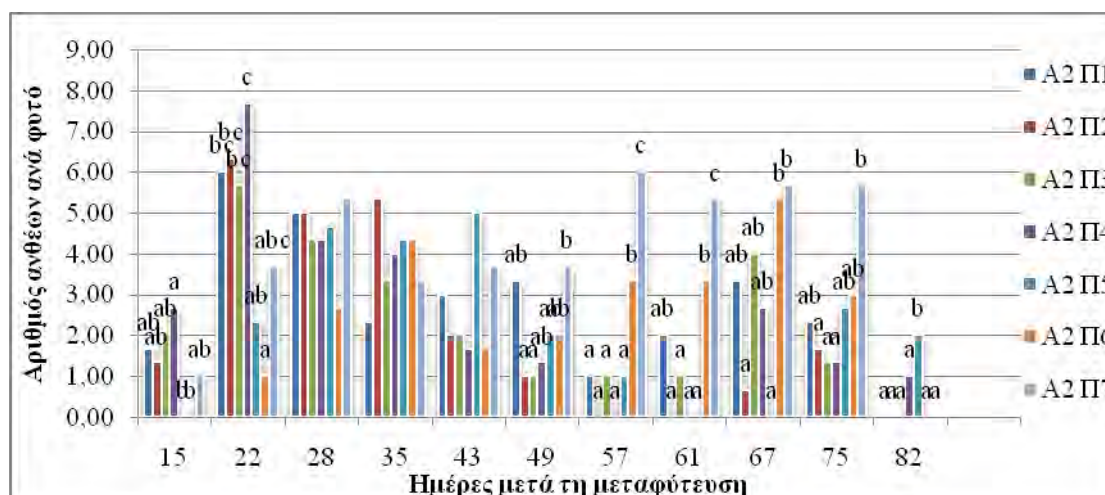
Τα φυτά τα οποία αρδεύτηκαν με καθαρό νερό γενικά δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων όσο αφορά στον αριθμό των ανθέων ανά φυτό, εκτός από την 49^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, στην οποία καταγράφηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της ποικιλίας Π7 και των εμβολιασμών, με την ποικιλία Π7 να έχει μεγαλύτερο αριθμό ανθέων έναντι των εμβολιασμών.



Διάγραμμα 8: Μέσος αριθμός ανθέων για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$)
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

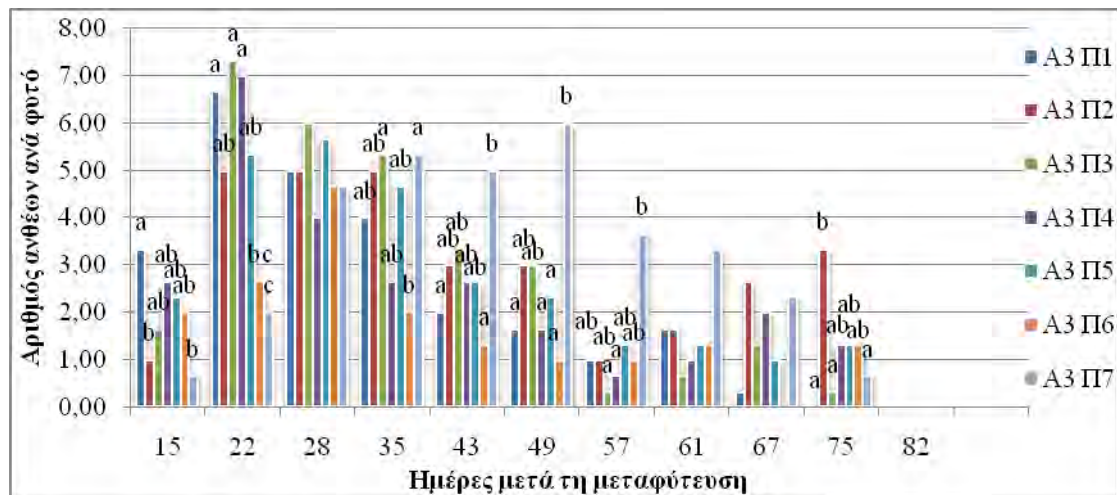
Τα φυτά, τα οποία αρδεύτηκαν με το νερό της μεσαίας ηλεκτρικής αγωγιμότητας εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, με την ποικιλία Π7 να έχει τα περισσότερα άνθη κατά την 49^η, 57^η και 61^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση. Η ποικιλία Π7 συνέχισε να αντιδρά κατά τον ίδιο τρόπο και την 67^η ημέρα, χωρίς να διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από τον εμβολιασμό Π6, αλλά από όλους τους υπόλοιπους εμβολιασμούς. Την 75^η ημέρα τα

φυτά της ποικιλίας Π7 συνέχισαν να έχουν τα περισσότερα άνθη. Κατά την 82^η ημέρα ο εμβολιασμός Π5 ήταν αυτός ο οποίος ξεχώρισε διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις.



Διάγραμμα 9: Μέσος αριθμός ανθέων για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$)
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στην άρδευση με νερό υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας τα φυτά του εμβολιασμού Π3 και της αυτόρριζης Π7 ξεχώρισαν κατά την 35^η ημέρα φέροντας τα περισσότερα άνθη. Την 43^η ημέρα και έως την 57^η η ποικιλία Π7 διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες. Στη συνέχεια δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, εκτός από την 75^η ημέρα, όπου περισσότερα άνθη είχαν τα φυτά του εμβολιασμού Π2.



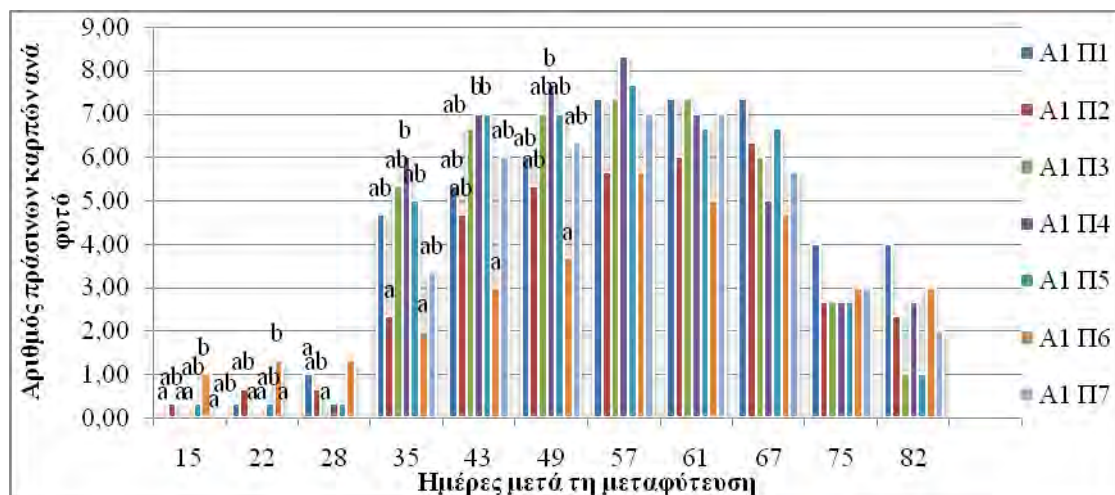
Διάγραμμα 10: Μέσος αριθμός ανθέων για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.1.4 Πράσινοι καρποί

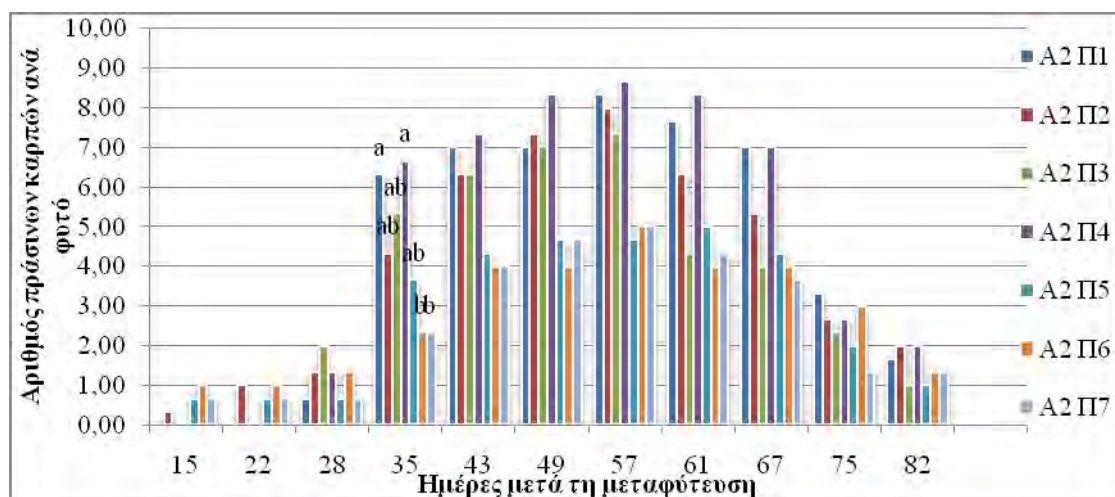
Ο μέσος αριθμός πράσινων καρπών ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα *Διαγράμματα 11, 12, και 13* αντίστοιχα.

Τα φυτά, τα οποία αρδεύτηκαν με καθαρό νερό παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων όσο αφορά στον αριθμό των πράσινων καρπών ανά φυτό κατά τις πρώτες ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Την 35^η ημέρα ο εμβολιασμός Π4 πλεονεκτούσε έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων με έξι καρπούς ανά φυτό, παρουσιάζοντας στατιστικώς σημαντικές διαφορές από αυτές. Την 43^η ημέρα οι εμβολιασμοί Π4 και Π5 διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις. Την 49^η ημέρα ο εμβολιασμός Π4 ξεχώρισε ξανά σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις. Στη συνέχεια του πειράματος οι μεταχειρίσεις δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στον αριθμό των πράσινων καρπών ανά φυτό.



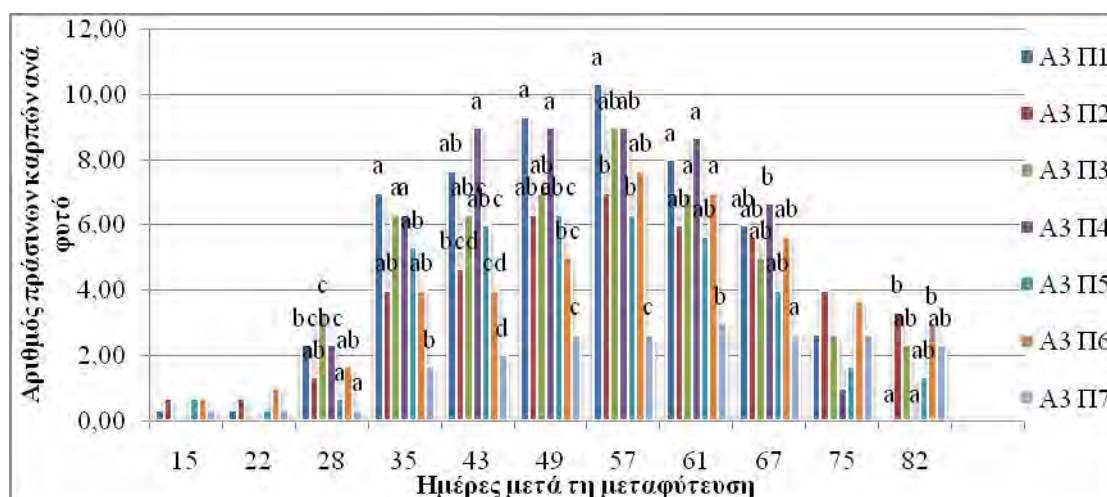
Διάγραμμα 11: Μέσος αριθμός πράσινων καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Τα φυτά τα οποία αρδεύτηκαν με το νερό με τη μεσαία ηλεκτρική αγωγιμότητα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο κατά την 35^η ημέρα με τους εμβολιασμούς Π1 και Π4 να υπερέχουν έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Στη συνέχεια και καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.



Διάγραμμα 12: Μέσος αριθμός πράσινων καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Τα φυτά τα οποία αρδεύτηκαν με το νερό της υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων όσο αφορά στον αριθμό των πράσινων καρπών. Συγκεκριμένα, την 35^η ημέρα καλύτερη απόδοση είχαν οι εμβολιασμοί Π1, Π3 και Π4, διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Την 43^η ημέρα ο εμβολιασμός Π4 ξεχώρισε, όπως και την 49^η ημέρα χωρίς να διαφέρει όμως από τον εμβολιασμό Π1, ο οποίος συνέχισε να υπερέχει και κατά την 57^η ημέρα διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις. Την 61^η ημέρα οι εμβολιασμοί Π1, Π3, Π4 και Π6 αντίδρασαν εξίσου καλά, διαφέροντας σημαντικά από τους υπόλοιπους εμβολιασμούς και την αυτόρριζη ποικιλία. Στη συνέχεια ο εμβολιασμός, ο οποίος συνέχισε να έχει καλή συμπεριφορά ήταν ο Π4. Την 75^η ημέρα δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, ενώ κατά το τέλος του πειράματος, την 82^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, καλύτερη αντίδραση στην υψηλή αλατότητα ως προς τον αριθμό των πράσινων καρπών είχαν οι εμβολιασμοί Π2 και Π6.



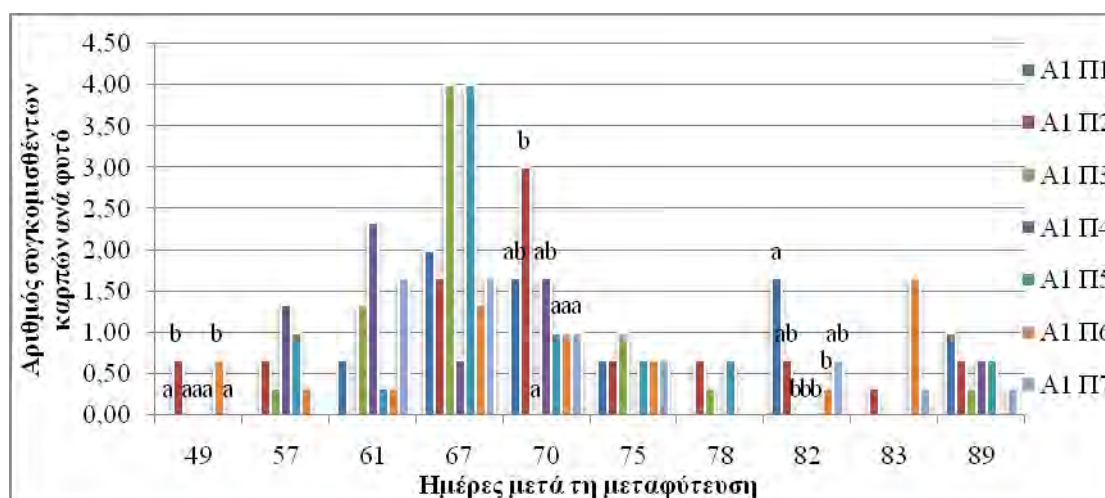
Διάγραμμα 13: Μέσος αριθμός πράσινων καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.1.5 Απόδοση

3.1.5.1 Αριθμός καρπών

Ο μέσος αριθμός καρπών ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα *Διαγράμματα 14, 15, και 16* αντίστοιχα.

Τα φυτά τα οποία αρδεύτηκαν με καθαρό νερό παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους κατά την πρώτη συγκομιδή με τα φυτά των εμβολιασμών 2 και 6 να φέρουν τους περισσότερους ώριμους καρπούς. Στη συνέχεια την 70^η ημέρα παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές τα φυτά του εμβολιασμού Π2, ενώ κατά την 82^η ημέρα περισσότεροι καρποί συγκομίστηκαν από τον εμβολιασμό Π1.

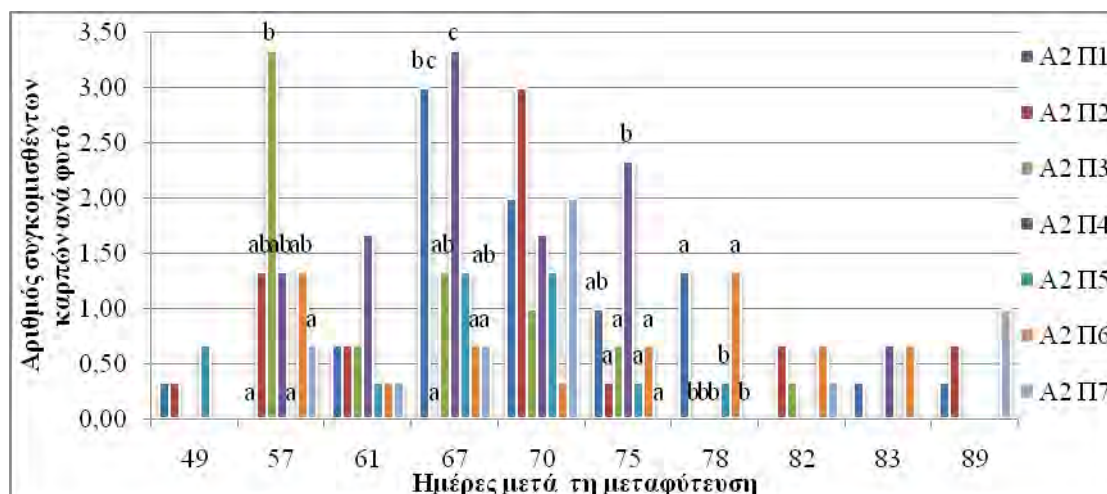


Διάγραμμα 14: Μέσος αριθμός καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Τα φυτά τα οποία αρδεύτηκαν με το νερό της μεσαίας ηλεκτρικής αγωγιμότητας εμφάνισαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων την 57^η ημέρα με τον εμβολιασμό Π3 να έχει τους περισσότερους ώριμους καρπούς. Την 67^η ημέρα

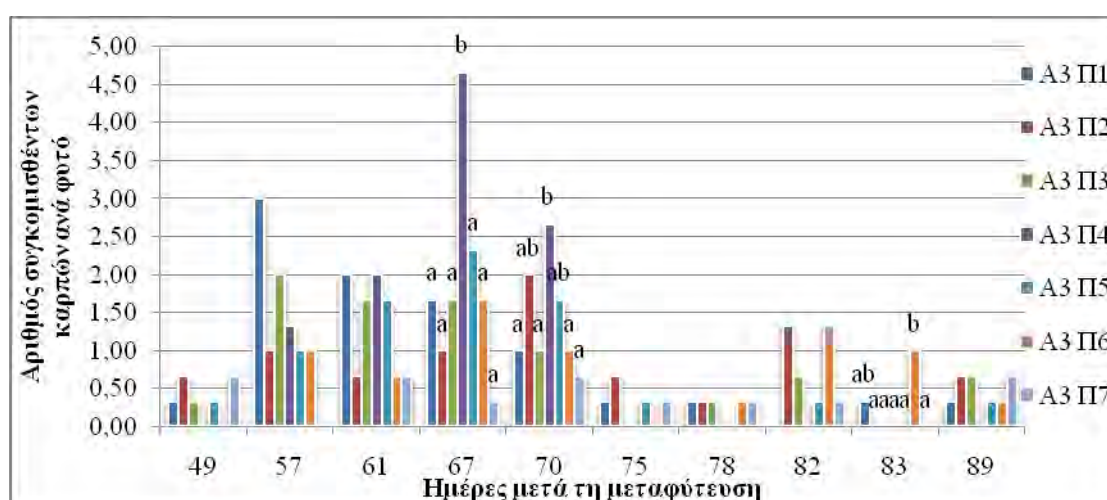
ξεχώρισε ο εμβολιασμός Π4, ενώ την 75^η ημέρα τα φυτά του εμβολιασμού Π4 και την 78^η ημέρα τα φυτά των εμβολιασμών Π1 και Π6.



Διάγραμμα 15: Μέσος αριθμός καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Τα φυτά τα οποία αρδεύτηκαν με το νερό της υψηλής αλατότητας παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αρδεύσεων κατά την 67^η και 70^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, με περισσότερους καρπούς στον εμβολιασμό Π4. Την 83^η ημέρα περισσότερους καρπούς με στατιστικώς σημαντικές διαφορές έναντι των άλλων μεταχειρίσεων είχε ο εμβολιασμός Π6.



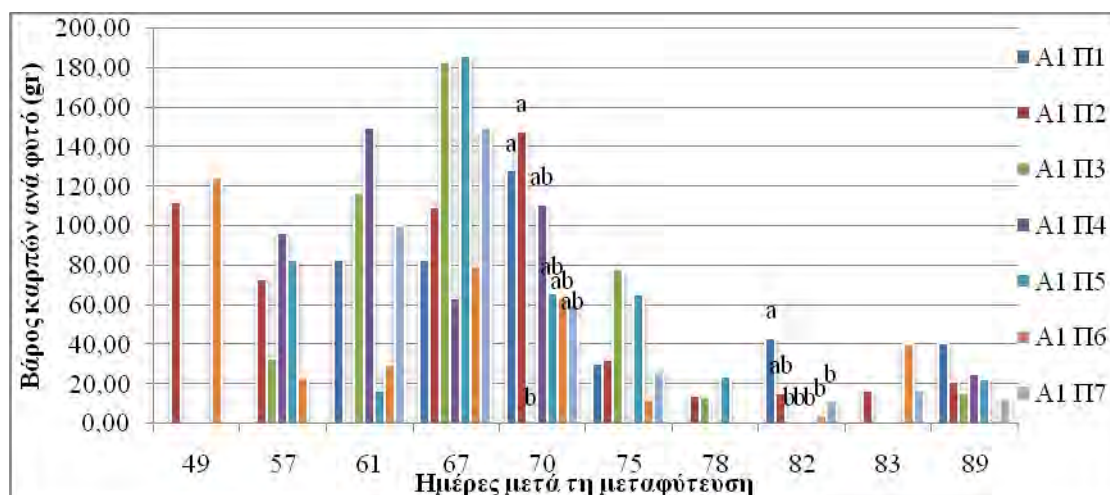
Διάγραμμα 16: Μέσος αριθμός καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.1.5.2 Βάρος καρπών

Το μέσο βάρος καρπών ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα *Διαγράμματα 17, 18, και 19* αντίστοιχα.

Τα φυτά τα οποία αρδεύτηκαν με καθαρό νερό γενικά δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων όσο αφορά στο βάρος των καρπών που συγκομίστηκαν. Την 70^η και την 82^η ημέρα μόνο, παρουσίασαν διαφορές τα φυτά των εμβολιασμών Π1 και Π2 σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις.

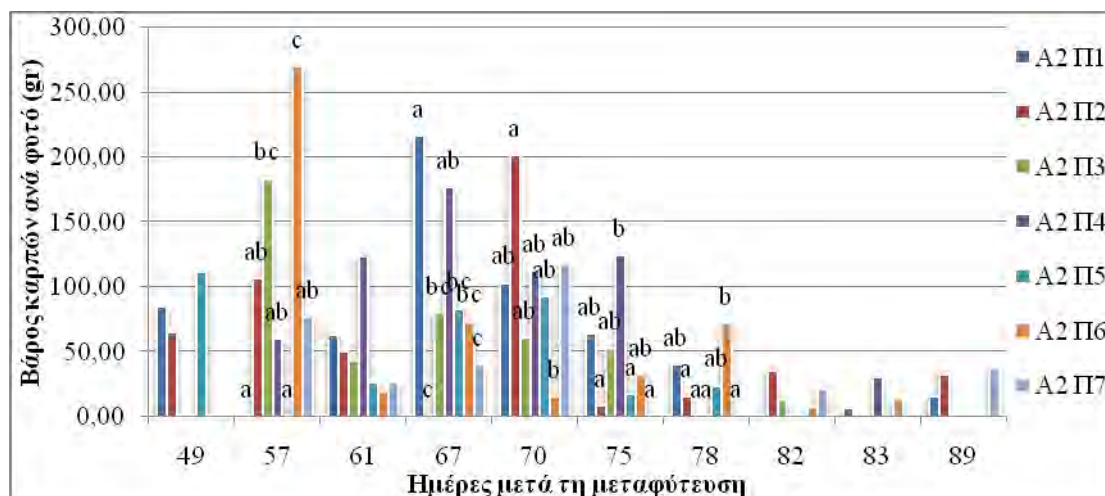


Διάγραμμα 17: Μέσο βάρος καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Τα φυτά τα οποία αρδεύτηκαν με το νερό της μεσαίας αλατότητας παρουσίασαν περισσότερες διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων όσο αφορά στον βάρος των καρπών που συγκομίστηκαν. Κατά τη δεύτερη συγκομιδή ο εμβολιασμός Π6 είχε τους βαρύτερους καρπούς, ενώ κατά την τέταρτη συγκομιδή ο εμβολιασμός Π1 ξεχώρισε. Κατά την πέμπτη συγκομιδή ο εμβολιασμός Π2 υπερτερούσε, κατά την

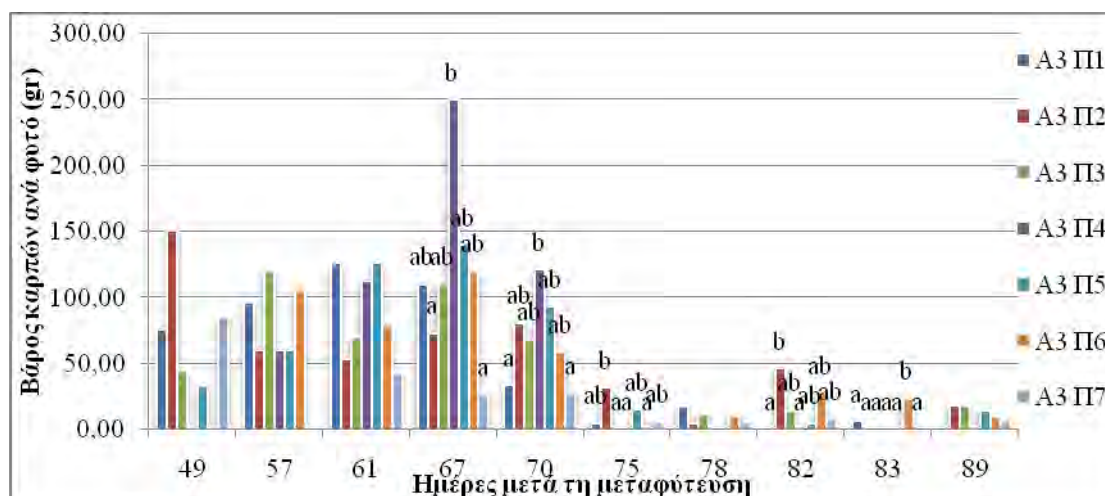
έκτη συγκομιδή ο εμβολιασμός Π4 και κατά την έβδομη συγκομιδή ο εμβολιασμός Π6 ξανά.



Διάγραμμα 18: Μέσο βάρος καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Τα φυτά τα οποία αρδεύτηκαν με το νερό της υψηλής αλατότητας παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους κατά την τέταρτη και πέμπτη συγκομιδή, όπου ο εμβολιασμός Π4 είχε τους βαρύτερους καρπούς, ενώ κατά την έκτη και όγδοη συγκομιδή ο εμβολιασμός Π2 πλεονεκτούσε. Τέλος κατά την 9^η συγκομιδή ο εμβολιασμός ο οποίος ξεχώρισε ήταν ο Π6 με στατιστικώς σημαντικές διαφορές από την αυτόρριξη ποικιλία και τους εμβολιασμούς.



Διάγραμμα 19: Μέσο βάρος καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$)

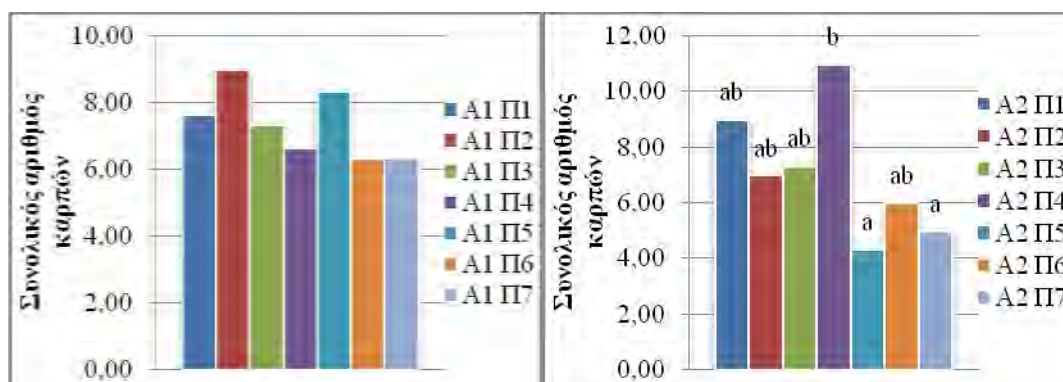
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

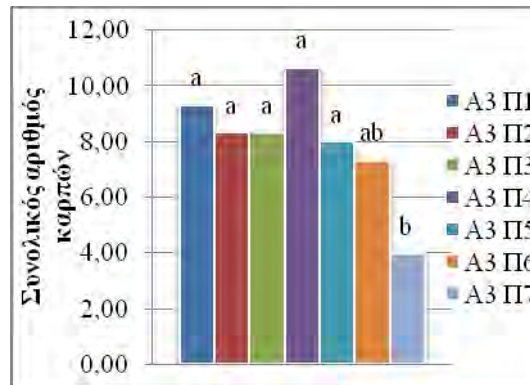
3.1.6 Συνολική απόδοση

3.1.6.1 Συνολικός αριθμός καρπών

Ο συνολικός αριθμός καρπών ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 20.

Στην άρδευση με καθαρό νερό οι μεταχειρίσεις δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στο συνολικό αριθμό καρπών. Στα φυτά τα οποία αρδεύτηκαν με το νερό της μεσαίας αλατότητας ο εμβολιασμός Π4 είχε το μεγαλύτερο αριθμό καρπών διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις. Κατά την άρδευση με το νερό της υψηλής αλατότητας η αυτόρριξη ποικιλία Π7 είχε το μικρότερο αριθμό καρπών σε σχέση με τους εμβολιασμούς.



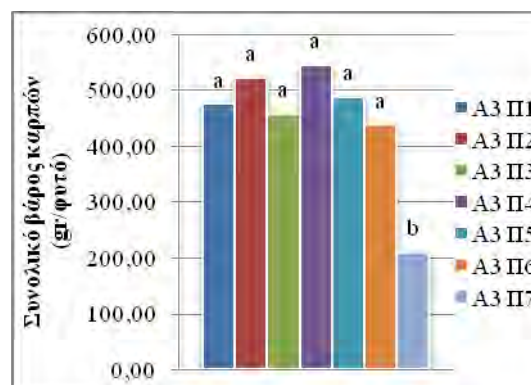
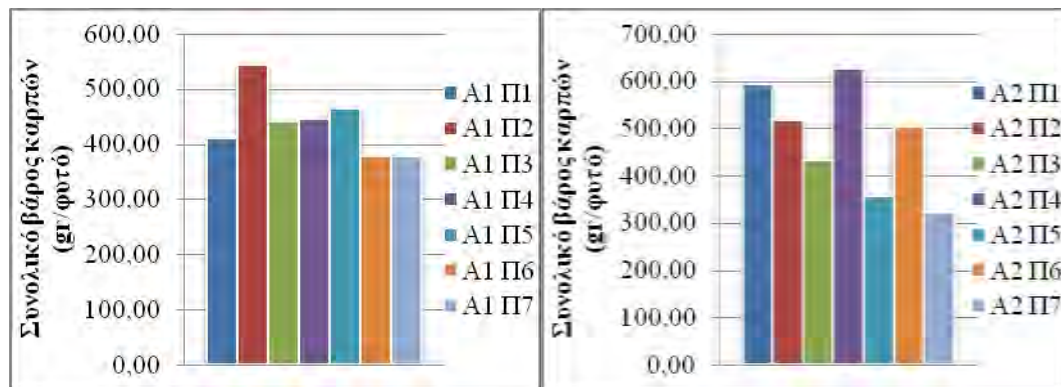


Διάγραμμα 20: Συνολικός αριθμός καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$), με μεσαία ($A2=3 \text{ mS/cm}$) και υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.1.6.2 Συνολικό βάρος καρπών

Το συνολικό βάρος καρπών ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 21.

Όσο αφορά στη συνολική απόδοση των φυτών στην άρδευση με καθαρό νερό και στην άρδευση με μεσαία αλατότητα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Αντίθετα κατά την άρδευση με το νερό της υψηλής αλατότητας τα φυτά παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με την αυτόρριξη ποικιλία να έχει τη χαμηλότερη απόδοση συγκρινόμενη με τα εμβολιασμένα φυτά κατά 56%, 60%, 54%, 61%, 57% και 52% αντίστοιχα σε σχέση με τους εμβολιασμούς 1, 2, 3, 4, 5 και 6.



Διάγραμμα 21: Συνολικό βάρος καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό (A1=0,69 mS/cm), με μεσαία (A2=3 mS/cm) και υψηλή αλατότητα (A3=6 mS/cm)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.1.7 Νωπό και ξηρό βάρος

Για την καλλιέργεια του θερμοκηπίου το νωπό βάρος ολόκληρου του υπέργειου τμήματος και το ξηρό βάρος κάθε υπέργειου φυτικού τμήματος καθώς και του υπόγειου τμήματος των φυτών τομάτας κάθε μεταχείρισης, κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα στις 69, 83 και 95 ημέρες μετά τη μεταφύτευση παρουσιάζονται στους Πίνακες I, II και III αντίστοιχα.

Πίνακας Ι: Κατανομή και τιμές του νωπού και ξηρού βάρους στα φυτά τομάτας σε καλλιέργεια θερμοκηπίου (69 DAT)

A1								
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	531,00	341,00	431,00	551,00	281,00	171,00	161,00
Βλαστοί	N.B. (g)	161,00	91,00	151,00	201,00	101,00	71,00	91,00
	Ξ.B. (g)	32,00	18,00	30,00	38,00	23,00	16,00	18,00
Φύλλα	N.B. (g)	221,00	121,00	201,00	221,00	61,00	71,00	81,00
	Ξ.B. (g)	42,00	23,00	35,00	45,00	23,00	18,00	17,00
Ανθη	N.B. (g)	1,00	1,00	1,00	1,00	11,00	1,00	1,00
	Ξ.B. (g)	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00
Καρποί	N.B. (g)	151,00	121,00	101,00	121,00	151,00	21,00	0,00
	Ξ.B. (g)	10,00	9,00	7,00	11,00	12,00	2,00	0,00
Ρίζα	N.B. (g)	53,00	64,00	66,00	103,00	49,00	36,00	37,00
	Ξ.B. (g)	3,00	4,00	4,00	12,00	4,00	2,00	0,00
A2								
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	431,00	231,00	211,00	371,00	121,00	91,00	321,00
Βλαστοί	N.B. (g)	101,00	71,00	101,00	121,00	91,00	41,00	111,00
	Ξ.B. (g)	20,00	20,00	19,00	22,00	24,00	11,00	22,00
Φύλλα	N.B. (g)	171,00	31,00	71,00	151,00	21,00	41,00	141,00
	Ξ.B. (g)	30,00	20,00	20,00	28,00	5,00	12,00	27,00
Ανθη	N.B. (g)	1,00	0,00	0,00	11,00	0,00	1,00	11,00
	Ξ.B. (g)	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	1,00
Καρποί	N.B. (g)	161,00	91,00	101,00	121,00	21,00	11,00	71,00
	Ξ.B. (g)	12,00	8,00	7,00	9,00	2,00	1,00	6,00
Ρίζα	N.B. (g)	52,00	32,00	41,00	64,00	51,00	27,00	61,00
	Ξ.B. (g)	3,00	4,00	3,00	7,00	3,00	2,00	1,00
A3								
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	201,00	101,00	111,00	361,00	221,00	31,00	321,00
Βλαστοί	N.B. (g)	91,00	71,00	81,00	141,00	111,00	31,00	91,00
	Ξ.B. (g)	19,00	15,00	19,00	27,00	22,00	7,00	18,00
Φύλλα	N.B. (g)	51,00	51,00	31,00	151,00	141,00	11,00	111,00
	Ξ.B. (g)	26,00	14,00	16,00	41,00	30,00	7,00	20,00
Ανθη	N.B. (g)	1,00	0,00	1,00	21,00	1,00	1,00	11,00
	Ξ.B. (g)	1,00	0,00	1,00	4,00	1,00	1,00	3,00
Καρποί	N.B. (g)	11,00	0,00	1,00	131,00	31,00	0,00	121,00
	Ξ.B. (g)	1,00	0,00	1,00	1,00	3,00	0,00	21,00
Ρίζα	N.B. (g)	46,00	33,00	41,00	72,00	64,00	20,00	45,00
	Ξ.B. (g)	2,00	0,00	2,00	4,00	2,00	0,00	2,00

Όπου: N.B. Νωπό βάρος και Ξ.B. Ξηρό βάρος

Πίνακας II: Κατανομή και τιμές του νωπού και ξηρού βάρους στα φυτά τομάτας σε καλλιέργεια θερμοκηπίου (83 DAT)

		Α1						
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	318,00	214,00	436,00	253,40	381,90	295,70	265,90
Βλαστοί	N.B. (g)	111,60	124,90	176,40	125,00	134,00	126,50	117,10
	Ξ.B (g)	24,00	30,20	35,50	23,60	26,80	25,20	24,80
Φύλλα	N.B. (g)	116,60	94,00	190,50	128,10	179,40	155,60	139,60
	Ξ.B. (g)	38,60	37,20	41,00	28,10	40,50	32,80	29,20
Ανθη	N.B. (g)	2,60	0,00	0,00	0,00	15,30	12,80	7,00
	Ξ.B. (g)	1,70	0,00	0,00	0,00	4,40	4,60	2,80
Καρποί	N.B. (g)	93,00	0,00	67,50	0,00	55,40	11,40	0,00
	Ξ.B. (g)	13,70	0,00	8,90	0,00	6,10	3,30	0,00
Ρίζα	N.B. (g)	64,30	84,20	81,70	78,90	47,60	87,50	80,00
	Ξ.B. (g)	10,30	10,90	10,60	11,50	9,00	12,90	9,60
		Α2						
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	133,50	165,00	331,40	440,00	113,90	220,10	148,00
Βλαστοί	N.B. (g)	86,50	45,60	126,40	147,80	77,80	118,60	66,30
	Ξ.B (g)	25,30	14,90	23,10	28,50	19,00	25,30	22,00
Φύλλα	N.B. (g)	50,60	45,80	165,10	189,50	34,00	102,60	44,20
	Ξ.B. (g)	35,20	29,30	35,60	40,20	18,80	33,30	27,30
Ανθη	N.B. (g)	0,00	0,00	21,10	17,80	0,00	2,40	0,00
	Ξ.B. (g)	0,00	0,00	5,70	5,10	0,00	1,30	0,00
Καρποί	N.B. (g)	0,00	78,30	21,60	84,90	0,00	0,00	42,00
	Ξ.B. (g)	0,00	8,90	4,00	11,60	0,00	0,00	5,80
Ρίζα	N.B. (g)	41,30	51,60	70,70	90,30	41,90	43,50	53,80
	Ξ.B. (g)	6,20	6,80	9,80	11,40	6,70	6,70	5,60
		Α3						
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	240,00	246,00	165,20	284,60	195,00	13,00	163,00
Βλαστοί	N.B. (g)	95,60	61,20	95,00	111,70	87,80	7,20	58,40
	Ξ.B (g)	17,00	16,50	19,40	20,60	16,40	6,00	26,40
Φύλλα	N.B. (g)	144,40	60,50	61,90	120,70	111,30	9,40	56,30
	Ξ.B. (g)	32,50	26,00	25,20	35,30	34,90	9,10	20,40
Ανθη	N.B. (g)	0,00	12,10	2,70	22,60	0,00	0,00	0,00
	Ξ.B. (g)	0,00	4,00	1,50	5,40	0,00	0,00	0,00
Καρποί	N.B. (g)	0,00	117,80	11,50	30,10	0,00	0,00	54,50
	Ξ.B. (g)	0,00	19,40	3,20	5,80	0,00	0,00	9,20
Ρίζα	N.B. (g)	77,90	72,00	96,20	63,80	67,80	5,30	66,80
	Ξ.B. (g)	10,60	9,90	14,00	9,30	9,90	2,00	7,80

Όπου: N.B. Νωπό βάρος και Ξ.B. Ξηρό βάρος

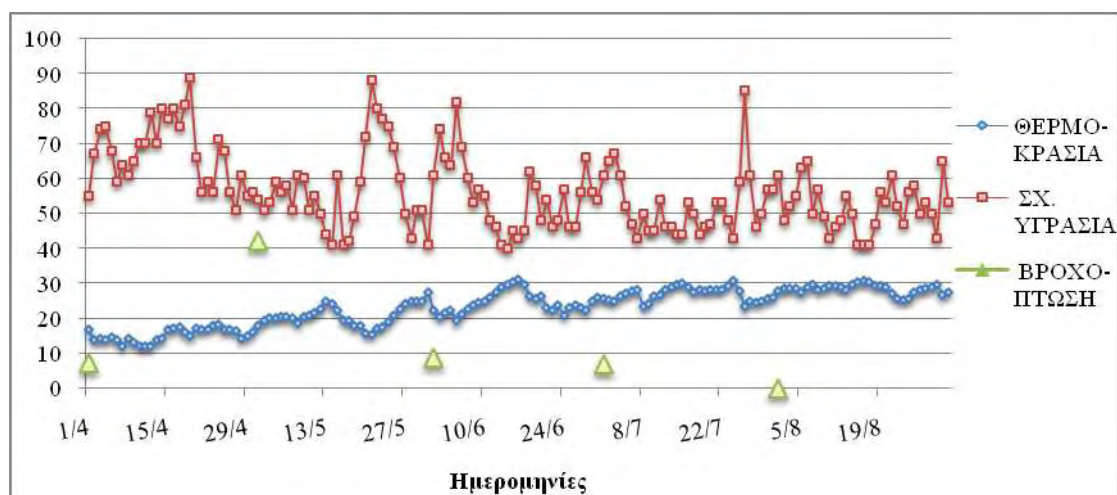
Πίνακας III: Κατανομή και τιμές του νωπού και ξηρού βάρους στα φυτά τομάτας σε καλλιέργεια θερμοκηπίου (95 DAT)

A1								
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	268,70	74,90	268,00	302,40	95,80	92,00	287,30
Βλαστοί	N.B. (g)	123,50	32,80	121,30	111,70	37,00	47,60	123,70
	Ξ.B (g)	26,10	26,30	22,70	19,90	23,10	18,50	27,40
Φύλλα	N.B. (g)	115,30	38,90	132,20	140,30	31,80	47,90	135,30
	Ξ.B. (g)	33,60	36,00	33,10	35,30	30,50	38,40	33,50
Άνθη	N.B. (g)	5,10	0,00	17,60	2,70	0,00	0,00	3,00
	Ξ.B. (g)	2,20	0,00	2,40	1,90	0,00	0,00	2,60
Καρποί	N.B. (g)	28,30	10,30	0,00	52,00	31,40	0,00	23,40
	Ξ.B. (g)	4,80	3,10	0,00	7,80	4,80	0,00	3,50
Ρίζα	N.B. (g)	30,10	37,40	57,20	94,80	30,50	62,80	53,90
	Ξ.B. (g)	4,80	6,60	6,80	13,60	6,10	11,40	6,20
A2								
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	363,50	85,70	79,40	240,70	115,50	110,10	172,00
Βλαστοί	N.B. (g)	124,10	47,50	32,70	111,50	52,40	51,30	97,30
	Ξ.B (g)	24,20	18,80	25,50	20,00	34,10	24,20	23,70
Φύλλα	N.B. (g)	198,60	40,40	46,50	125,40	47,70	57,10	87,50
	Ξ.B. (g)	46,40	31,10	42,20	31,10	21,60	31,70	33,90
Άνθη	N.B. (g)	6,60	0,00	0,00	6,40	6,10	5,30	0,00
	Ξ.B. (g)	2,30	0,00	0,00	1,90	2,20	3,90	0,00
Καρποί	N.B. (g)	36,90	0,00	4,60	0,00	20,90	0,00	0,00
	Ξ.B. (g)	5,50	0,00	2,10	0,00	6,80	0,00	0,00
Ρίζα	N.B. (g)	30,40	25,40	69,10	63,20	47,60	67,60	24,90
	Ξ.B. (g)	6,30	7,20	11,80	8,40	8,30	10,80	5,20
A3								
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	66,50	76,30	119,90	214,40	139,90	82,90	57,40
Βλαστοί	N.B. (g)	29,00	42,30	68,80	116,40	47,60	41,50	22,30
	Ξ.B (g)	24,60	15,30	25,20	22,10	29,20	22,70	17,80
Φύλλα	N.B. (g)	42,10	36,50	54,50	91,60	41,20	34,60	29,70
	Ξ.B. (g)	38,70	27,10	33,30	33,60	35,10	30,30	24,70
Άνθη	N.B. (g)	0,00	0,00	0,00	7,70	0,00	0,00	0,00
	Ξ.B. (g)	0,00	0,00	0,00	1,60	0,00	0,00	0,00
Καρποί	N.B. (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	55,40	12,20	10,10
	Ξ.B. (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3,70	4,30
Ρίζα	N.B. (g)	23,80	24,20	36,40	40,60	66,20	45,10	20,10
	Ξ.B. (g)	5,00	3,10	6,20	6,50	6,40	5,70	3,10

Όπου: N.B. Νωπό βάρος και Ξ.B. Ξηρό βάρος

3.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΥΠΑΙΘΡΟΥ

Κατά τη διάρκεια του πειράματος καταγράφηκε η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και η μέση βροχόπτωση ανά μήνα. Η μέση ημερήσια θερμοκρασία του αέρα ήταν 23,2 °C με μέγιστη τιμή τους 31,1 °C και ελάχιστη τους 11,8 °C. Η μέση σχετική υγρασία του αέρα ήταν 56 %, με μέγιστη τιμή 89 % και ελάχιστη 40 %. Η συνολική βροχόπτωση κατά τη διάρκεια του πειράματος ήταν 57,4 χιλιοστά. Στο *Διάγραμμα 1*, παρουσιάζεται η μέση θερμοκρασία, μέση σχετική υγρασία του αέρα και η συνολική βροχόπτωση ανά μήνα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.



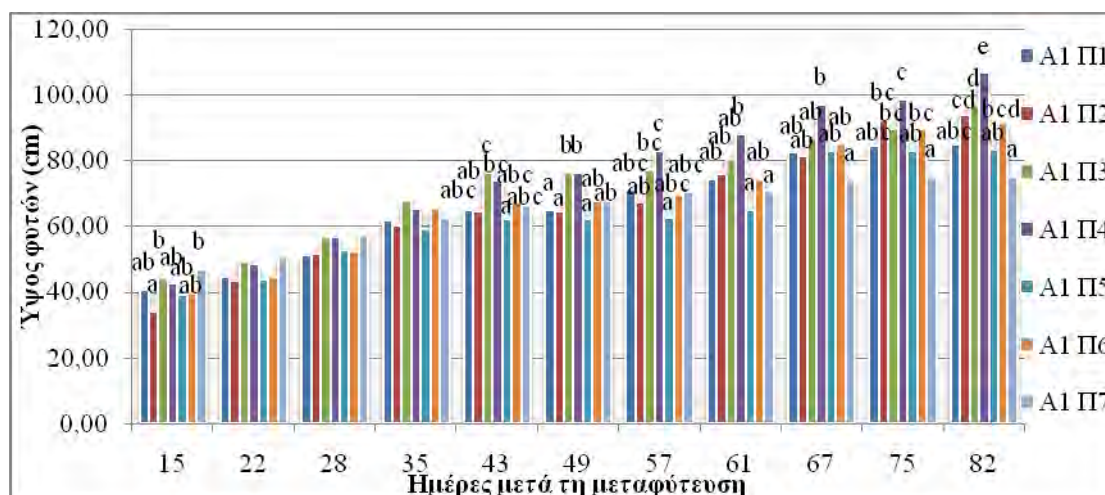
Διάγραμμα 22: Θερμοκρασία, σχετική υγρασία αέρα και βροχόπτωση κατά τους μήνες Απρίλιο ως Αύγουστο στην ύπαιθρο

3.2.1 Ύψος φυτών

Οι μέσοι όροι του ύψους ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα *Διαγράμματα 23, 24 και 25* αντίστοιχα.

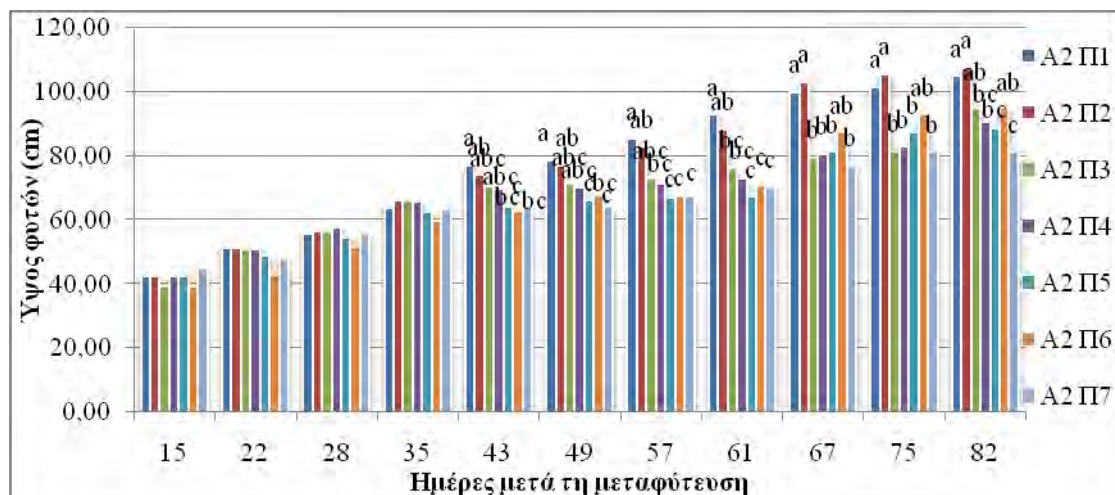
Τα φυτά τα οποία αρδεύονταν με καθαρό νερό δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στο ύψος ανά φυτό την 35^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση. Την 43^η ημέρα παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τον εμβολιασμό Π3 να έχει τα ψηλότερα φυτά. Ο εμβολιασμός Π3 πλεονεκτούσε και κατά την 49^η ημέρα χωρίς να διαφέρει από τον εμβολιασμό Π4, διαφέροντας

στατιστικώς σημαντικά όμως από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Στη συνέχεια από την 57^η ημέρα και έως τη λήξη του πειράματος τα φυτά του εμβολιασμού Π4 συνέχισαν να είναι ψηλότερα, διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις.



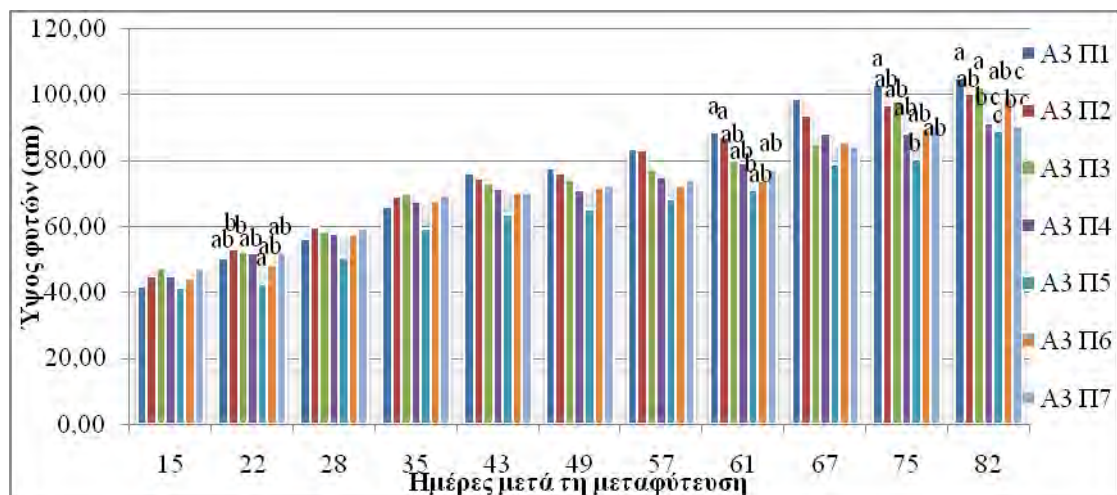
Διάγραμμα 23: Εξέλιξη του μέσου ύψους φυτών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$)
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Τα φυτά τα οποία αρδεύονταν με νερό μεσαίας ηλεκτρικής αγωγιμότητας δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους την 35^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση. Από την 43^η ημέρα και έως την 61^η ημέρα ο εμβολιασμός ο οποίος διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τους υπόλοιπους ήταν ο εμβολιασμός Π1. Στη συνέχεια τα φυτά του εμβολιασμού Π1 και έως το τέλος του πειράματος εξακολούθησαν να είναι ψηλότερα χωρίς να διαφέρουν από τον εμβολιασμό Π2, διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά όμως από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.



Διάγραμμα 24: Εξέλιξη του μέσου ύψους φυτών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στην άρδευση υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας οι ποικιλίες δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους τις πρώτες ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας. Ξεχώρισαν οι εμβολιασμοί Π1 και Π2 την 61^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση με στατιστικώς σημαντικές διαφορές από τις υπόλοιπες. Την 67^η ημέρα δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Την 75^η ημέρα τα φυτά του εμβολιασμού Π1 ήταν ψηλότερα, όπως και την 82^η ημέρα. Επίσης καλή συμπεριφορά είχε τότε και ο εμβολιασμός Π3 διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τους υπόλοιπους εμβολιασμούς και το μάρτυρα.

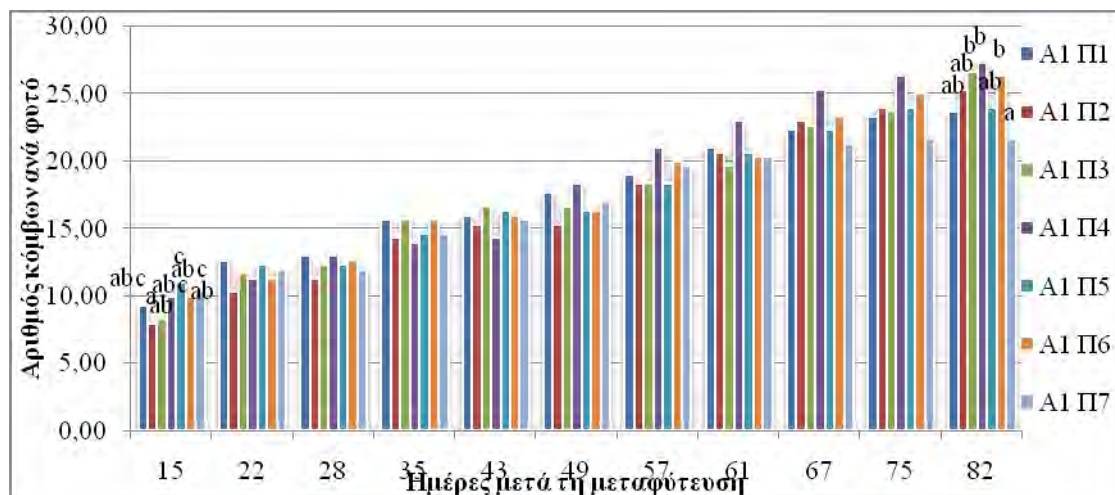


Διάγραμμα 25: Εξέλιξη του μέσου ύψους φυτών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.2 Κόμβοι

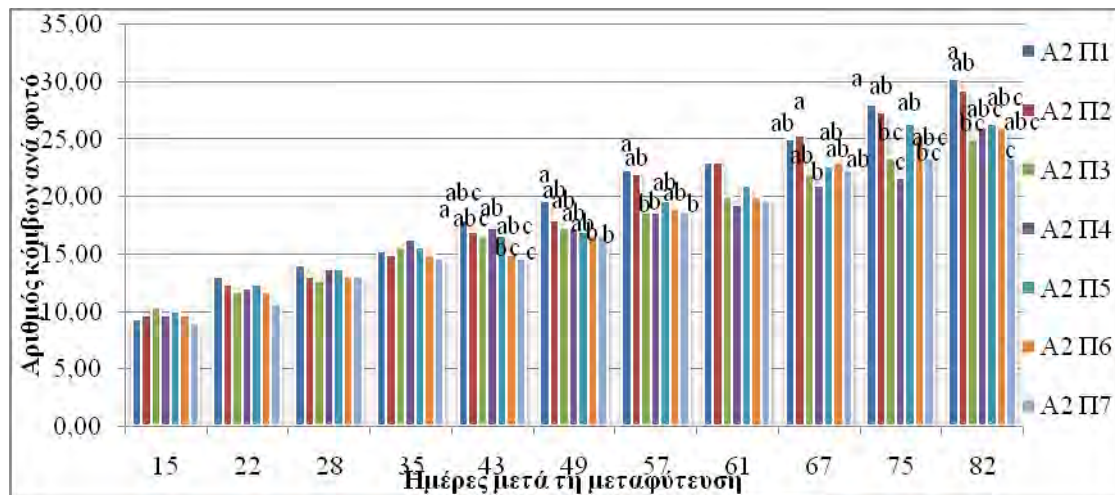
Οι μέσοι όροι των κόμβων ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 26, 27, και 28 αντίστοιχα.

Τα φυτά τα οποία αρδεύονταν με καθαρό νερό γενικά δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στον αριθμό των κόμβων ανά φυτό, παρά μόνο κατά την 82^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, όπου οι εμβολιασμοί Π3, Π4 και Π6 παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές από τους υπόλοιπους εμβολιασμούς και το μάρτυρα.



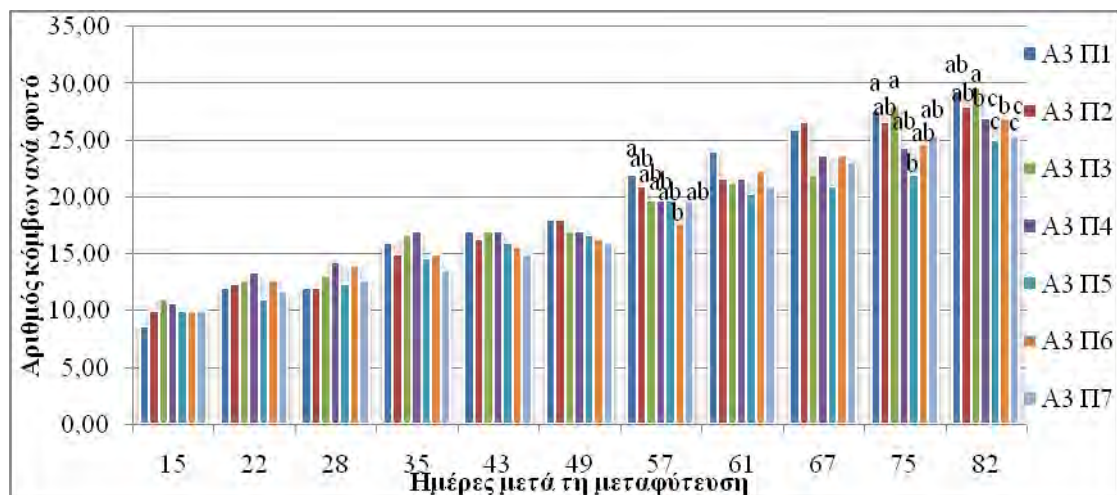
Διάγραμμα 26: Μέσος αριθμός κόμβων για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$)
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Τα φυτά τα οποία αρδεύονταν με νερό μεσαίας ηλεκτρικής αγωγιμότητας δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους την 35^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση. Την 43^η ημέρα έως και την 57^η ο εμβολιασμός Π1 διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Την 61^η ημέρα ο μάρτυρας και οι εμβολιασμοί δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Την 67^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση ο εμβολιασμός Π2 ήταν αυτός που διέφερε από τους υπόλοιπους και το μάρτυρα, ενώ από την 75^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση και έως το τέλος του πειράματος τους περισσότερους κόμβους ανά φυτό είχε ο εμβολιασμός Π1, διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις.



Διάγραμμα 27: Μέσος αριθμός κόμβων για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στην άρδευση υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας τα φυτά των εμβολιασμών και του μάρτυρα δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους τις πρώτες ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Ξεχώρισε ο εμβολιασμός Π1 την 57^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση με στατιστικώς σημαντικές διαφορές από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Την 61^η και 67^η ημέρα δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Την 75^η ημέρα οι εμβολιασμοί Π1 και Π3 είχαν τους περισσότερους κόμβους. Την 82^η ημέρα, ο εμβολιασμός Π3 διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τους υπόλοιπους εμβολιασμούς και το μάρτυρα με 29,667 κόμβους ανά φυτό.

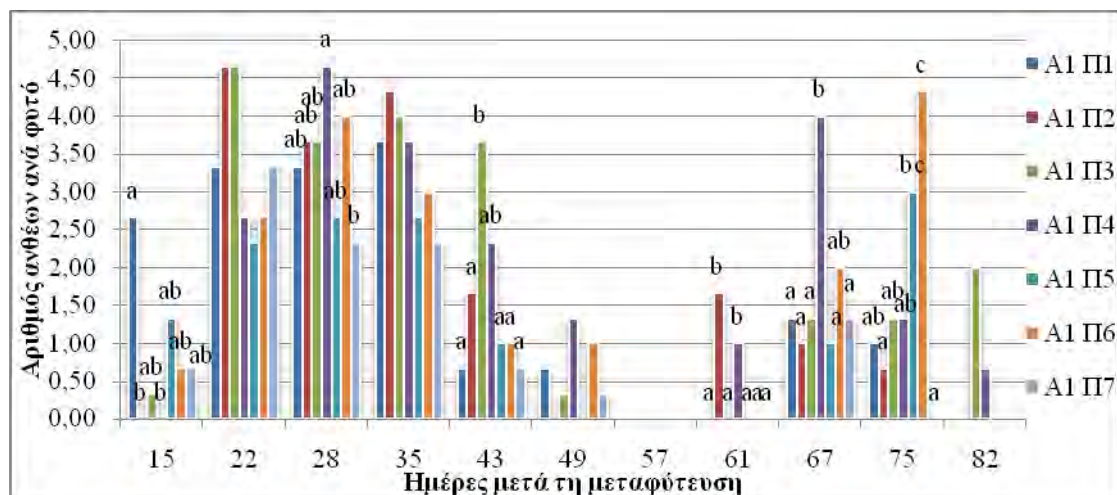


Διάγραμμα 28: Μέσος αριθμός κόμβων για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.3 Άνθη

Οι μέσοι όροι των ανθέων ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 29, 30, και 31 αντίστοιχα.

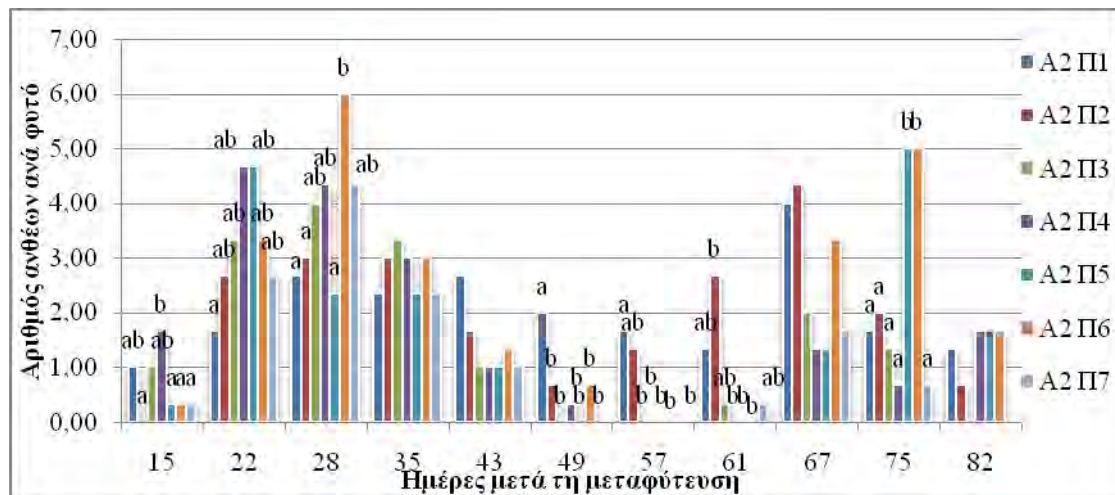
Μετά την εφαρμογή της αλατότητας και συγκεκριμένα την 35^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση οι εμβολιασμοί και η αυτόρριξη ποικιλία-μάρτυρας δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Την 43^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση ξεχώρισε ο εμβολιασμός Π3 φέροντας τα περισσότερα άνθη ανά φυτό και διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις. Στη συνέχεια και κατά την 49^η και 57^η ημέρα δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, ενώ κατά την 61^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση οι εμβολιασμοί Π2 και Π4 ξεχώρισαν. Ο εμβολιασμός Π4 συνέχισε να πλεονεκτεί έναντι των άλλων και του μάρτυρα και κατά την 67^η ημέρα διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά, ενώ την 75^η ημέρα ο εμβολιασμός Π6 ήταν αυτός με τα περισσότερα άνθη ανά φυτό. Τέλος, την 82^η ημέρα δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.



Διάγραμμα 29: Μέσος αριθμός ανθέων για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$)

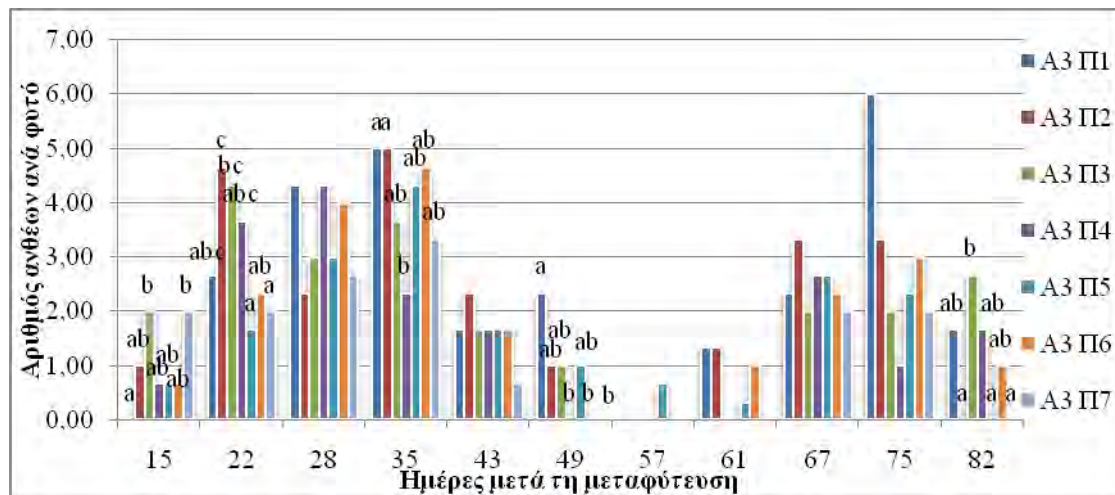
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Κατά την άρδευση με το νερό της μεσαίας αλατότητας και μετά την εφαρμογή της αλατότητας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων μέχρι και την 43^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση. Την 49^η και την 57^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση ο εμβολιασμός Π1 ξεχώρισε φέροντας τα περισσότερα άνθη. Την 61^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση ο εμβολιασμός Π2 πλεονεκτούσε, ενώ κατά την 67^η ημέρα δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Στη συνέχεια κατά την 75^η ημέρα τα περισσότερα άνθη είχαν τα φυτά των εμβολιασμών Π5 και Π6 διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις, ενώ κατά την 82^η ημέρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 30: Μέσος αριθμός ανθέων για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στην άρδευση με το νερό υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας και κατά την 35^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση ξεχώρισαν οι εμβολιασμοί Π1 και Π2, αφού είχαν τα περισσότερα άνθη ανά φυτό και διέφεραν στατιστικώς σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις. Κατά την 43^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, ενώ την 49^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση ο εμβολιασμός Π1 ξεχώρισε ξανά. Στη συνέχεια του πειράματος δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, παρά μόνο κατά την 82^η ημέρα με τον εμβολιασμό Π3 να υπερέχει έναντι των άλλων εμβολιασμών και του μάρτυρα.

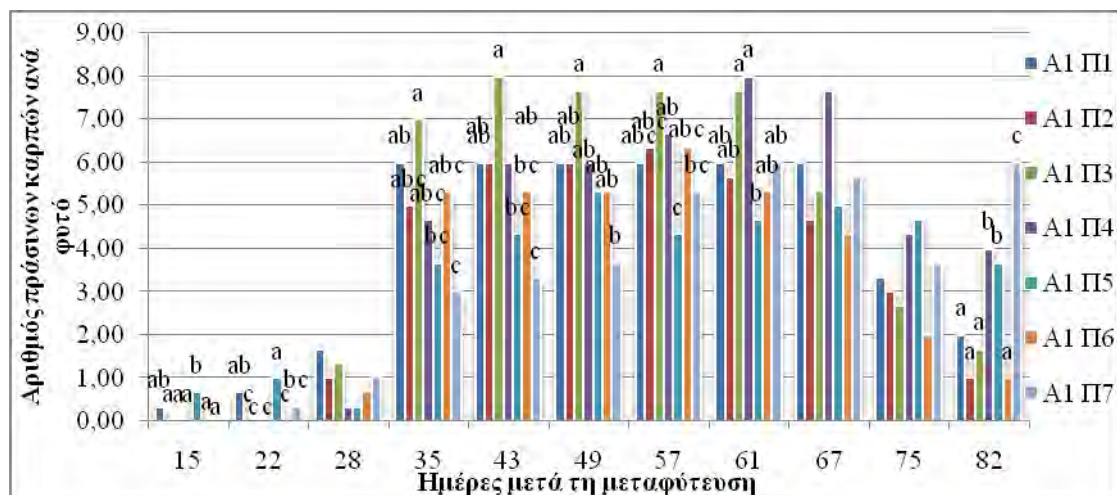


Διάγραμμα 31: Μέσος αριθμός ανθέων για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.4 Πράσινοι καρποί

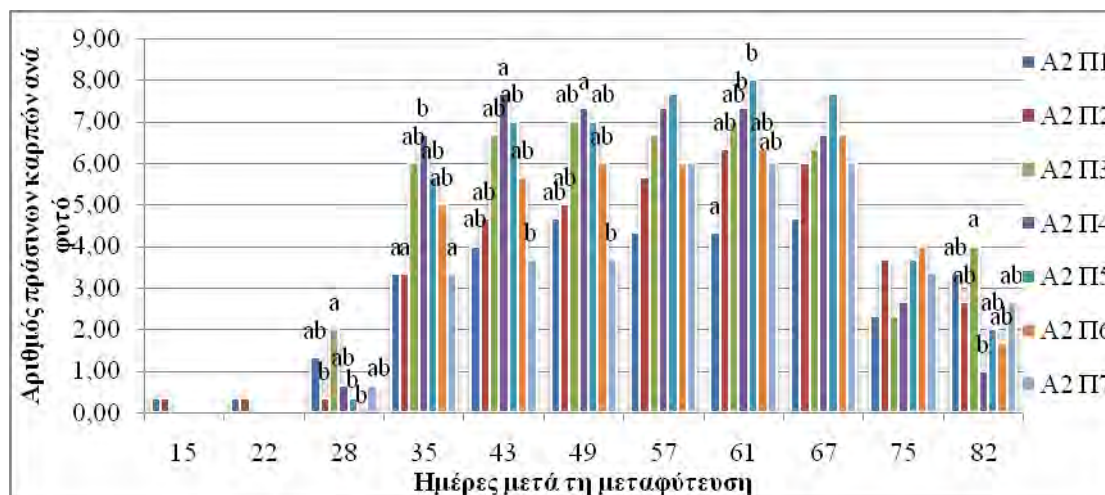
Ο μέσος αριθμός πράσινων καρπών ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα *Διαγράμματα 32, 33, και 34* αντίστοιχα.

Τα φυτά τα οποία αρδεύτηκαν με καθαρό νερό παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στον αριθμό των πράσινων καρπών με τον εμβολιασμό Π3 να πλεονεκτεί από την 35^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση και έως την 57^η ημέρα. Στη συνέχεια την 61^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση υπερείχε ξανά διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τους υπόλοιπους εμβολιασμούς και το μάρτυρα όχι όμως από τα φυτά του εμβολιασμού Π4. Τις επόμενες ημέρες δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές πάρα μόνο κατά την 82^η ημέρα με τα φυτά του μάρτυρα να υπερέχουν φέροντας τους περισσότερους πράσινους καρπούς και διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τα υπόλοιπα φυτά.



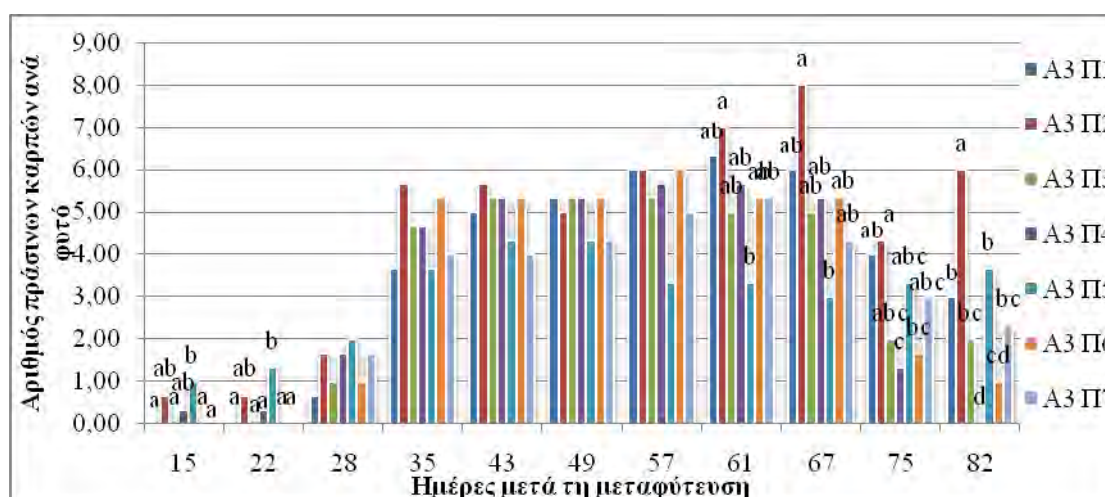
Διάγραμμα 32: Μέσος αριθμός πράσινων καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Κατά την άρδευση με το νερό της μεσαίας αλατότητας παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων όσο αφορά στον αριθμό των πράσινων καρπών με τα φυτά του εμβολιασμού Π4 να υπερέχουν από την 35^η ημέρα μέχρι και την 49^η μετά τη μεταφύτευση. Στη συνέχεια δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μέχρι την 61^η ημέρα, όπου τα φυτά των εμβολιασμών Π4 και Π5 ξεχώρισαν. Στις μετρήσεις κατά την 67^η και 75^η ημέρα δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, ενώ κατά την 82^η ημέρα τα φυτά με τους περισσότερους πράσινους καρπούς ήταν τα φυτά του εμβολιασμού Π3, διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τους υπόλοιπους εμβολιασμούς και το μάρτυρα.



Διάγραμμα 33: Μέσος αριθμός πράσινων καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στην άρδευση με υψηλή αλατότητα τα φυτά άρχισαν να παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές όσο αφορά στον αριθμό των πράσινων καρπών από την 61^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση και έως το τέλος του πειράματος, με τα φυτά του εμβολιασμού Π2 να φέρουν τους περισσότερους πράσινους καρπούς.



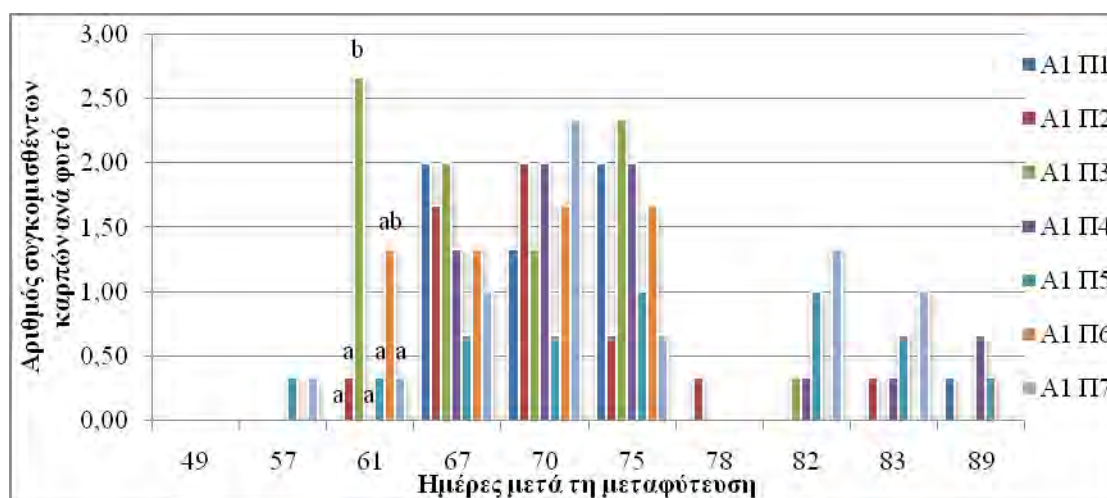
Διάγραμμα 34: Μέσος αριθμός πράσινων καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.5 Απόδοση

3.2.5.1 Αριθμός καρπών

Ο μέσος αριθμός καρπών ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 35, 36, και 37 αντίστοιχα.

Κατά την άρδευση με καθαρό νερό τα φυτά γενικά δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στον αριθμό των καρπών που συγκομίστηκαν, παρά μόνο κατά την 61^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, τη 2^η συγκομιδή δηλαδή, όπου τα φυτά του εμβολιασμού Π3 είχαν τους περισσότερους καρπούς διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τους άλλους εμβολιασμούς και το μάρτυρα.

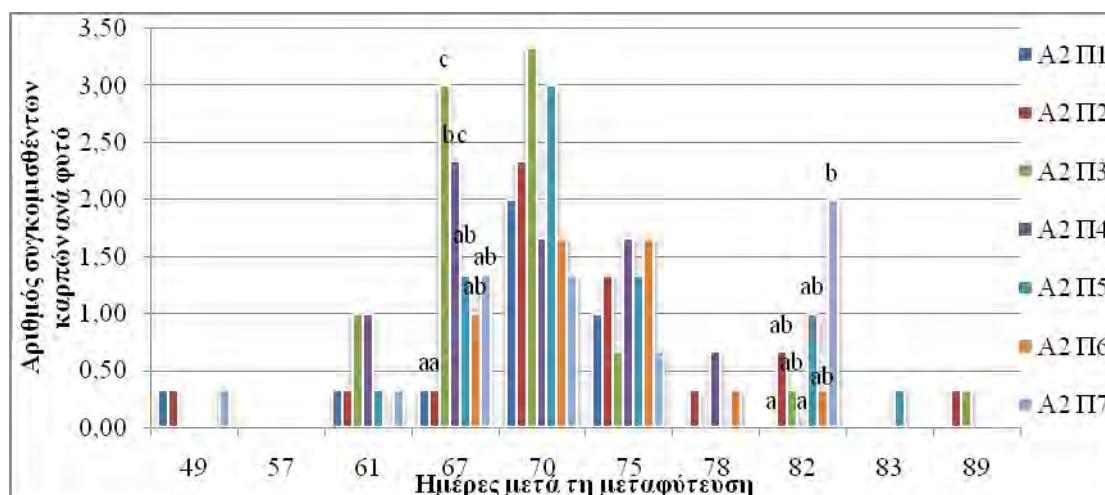


Διάγραμμα 35: Μέσος αριθμός καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

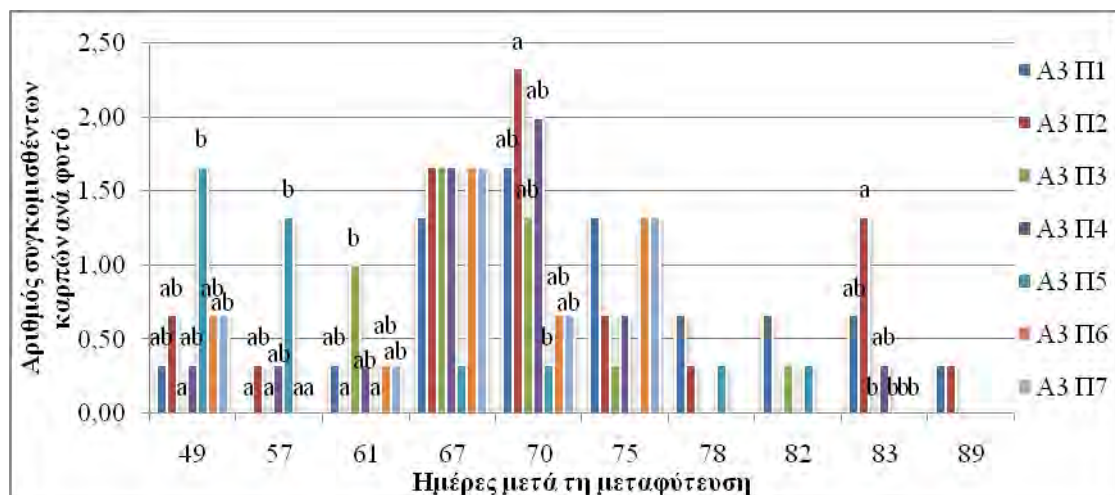
Τα φυτά που αρδεύτηκαν με το νερό της μεσαίας αλατότητας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους κατά την 67^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, όπου υπερείχαν τα φυτά του εμβολιασμού Π3 και την 82^η ημέρα με τα

φυτά του μάρτυρα Π7, τα αυτόρριζα δηλαδή, να πλεονεκτούν έναντι των εμβολιασμών. Στις υπόλοιπες συγκομιδές δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυτών.



Διάγραμμα 36: Μέσος αριθμός καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$)
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στην άρδευση με το νερό της υψηλής αλατότητας κατά την 49^η και 57^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, στην 1^η και 2^η συγκομιδή αντίστοιχα, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, με τα φυτά του εμβολιασμού Π5 να υπερέχουν. Κατά την 61^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση τα φυτά του εμβολιασμού Π3 πλεονεκτούσαν, ενώ κατά την 67^η ημέρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Στη συνέχεια κατά την 70^η ημέρα τα φυτά του εμβολιασμού Π2 είχαν τους περισσότερους καρπούς, ενώ στις επόμενες συγκομιδές δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, μέχρι την 83^η ημέρα, όπου και πάλι ξεχώρισαν τα φυτά του εμβολιασμού Π2 έναντι των άλλων μεταχειρίσεων διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τους υπόλοιπους εμβολιασμούς και το μάρτυρα.

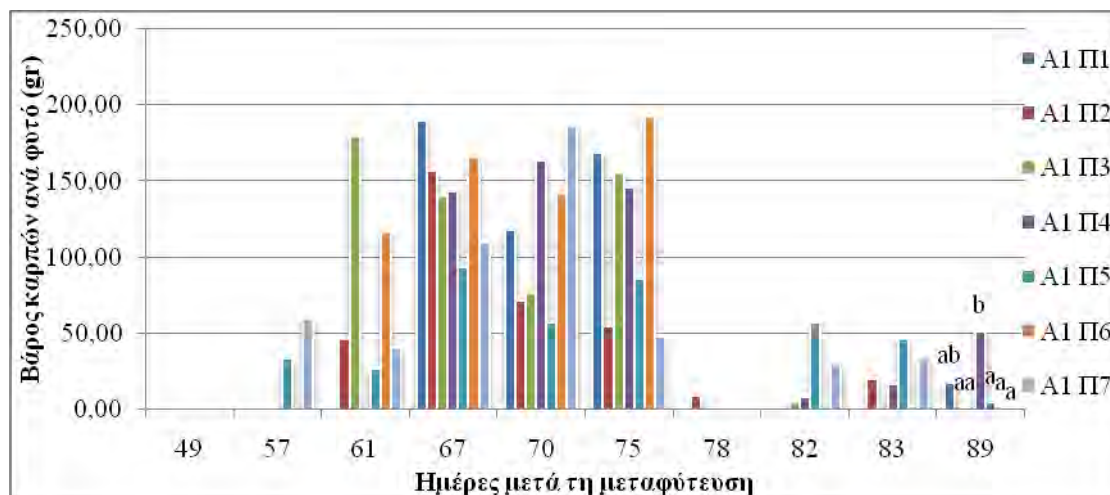


Διάγραμμα 37: Μέσος αριθμός καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.5.2 Βάρος καρπών

Το μέσο βάρος καρπών ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στα *Διαγράμματα 38, 39, και 40* αντίστοιχα.

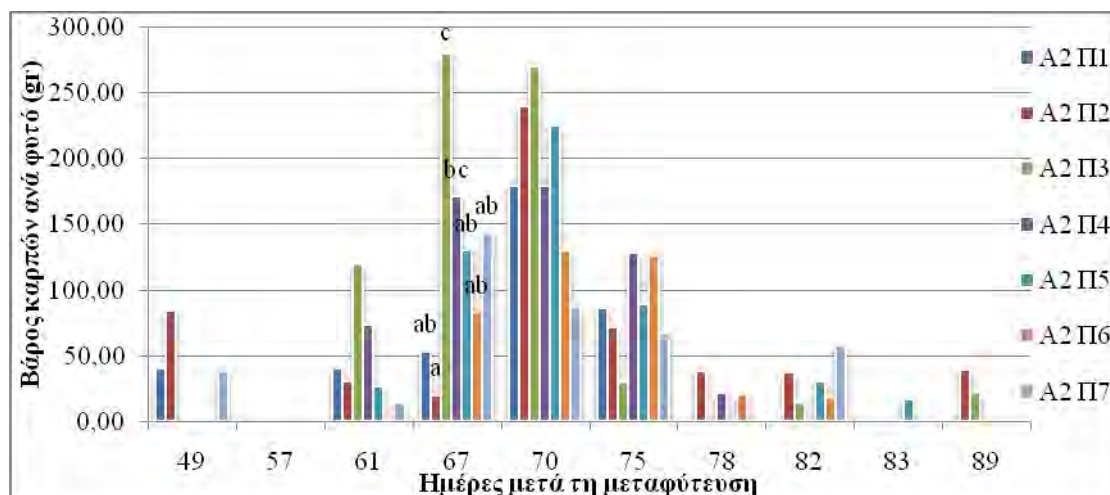
Στην άρδευση με καθαρό νερό τόσο η αυτόρριξη ποικιλία όσο και οι εμβολιασμοί γενικά δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στο μέσο βάρος των καρπών κατά τις συγκομιδές παρά μόνο κατά την τελευταία συγκομιδή, όπου το μεγαλύτερο βάρος καρπών είχαν τα φυτά του εμβολιασμού Π4 έναντι των άλλων εμβολιασμών και του μάρτυρα.



Διάγραμμα 38: Μέσο βάρος καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

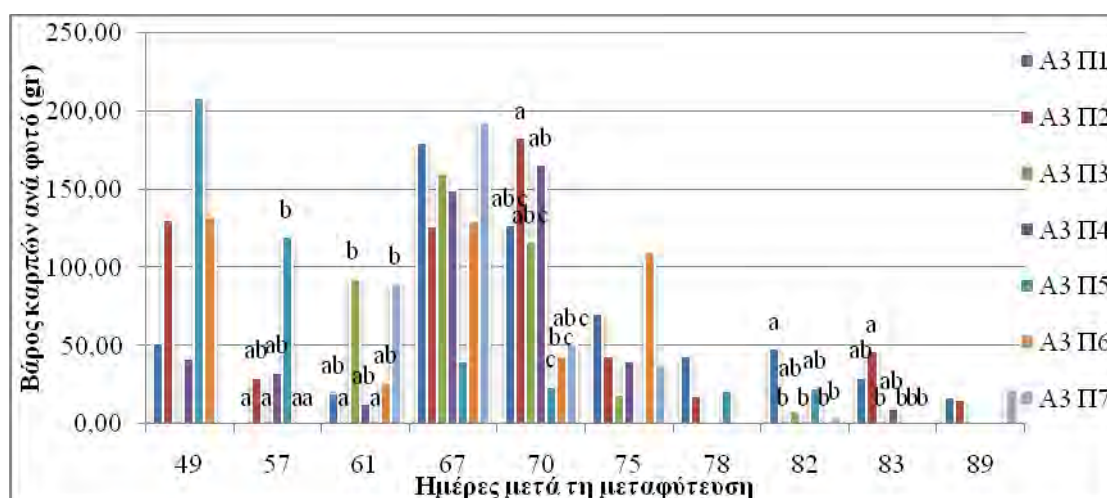
Όμοια τα φυτά που αρδεύτηκαν με το νερό της μεσαίας αλατότητας δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στο μέσο βάρος των καρπών που συγκομίστηκαν, παρά μόνο την 67^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, όπου πλεονεκτούσαν τα φυτά του εμβολιασμού Π3 έναντι των άλλων εμβολιασμών και του μάρτυρα με μεγαλύτερο βάρος καρπών.



Διάγραμμα 39: Μέσο βάρος καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στην άρδευση με το νερό της υψηλής αλατότητας οι μεταχειρίσεις παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στο μέσο βάρος των καρπών. Κατά την 57^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση τα φυτά του εμβολιασμού Π5 είχαν βαρύτερους καρπούς, διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τους υπόλοιπους εμβολιασμούς και το μάρτυρα. Κατά την 61^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση ξεχώρισαν τα φυτά του εμβολιασμού Π3 και της αυτόρριζης ποικιλίας-μάρτυρα έναντι των υπόλοιπων εμβολιασμών. Κατά την 67^η ημέρα δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, ενώ κατά την 70^η ημέρα τα φυτά του εμβολιασμού Π2 ξεχώρισαν. Στη συνέχεια δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μέχρι την 82^η ημέρα, όπου βαρύτερους καρπούς είχαν τα φυτά του εμβολιασμού Π1, ενώ την 83^η ημέρα τα φυτά του εμβολιασμού Π2. Κατά την 89^η ημέρα και τελευταία συγκομιδή, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των εμβολιασμών και του μάρτυρα.



Διάγραμμα 40: Μέσο βάρος καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$)

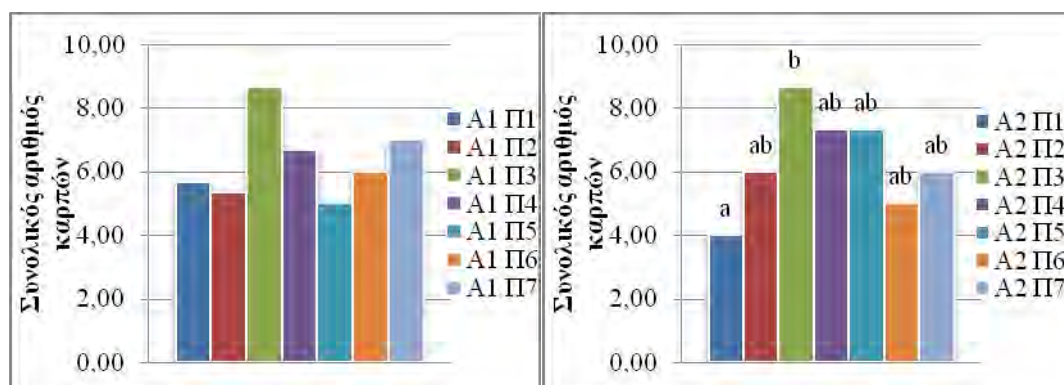
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

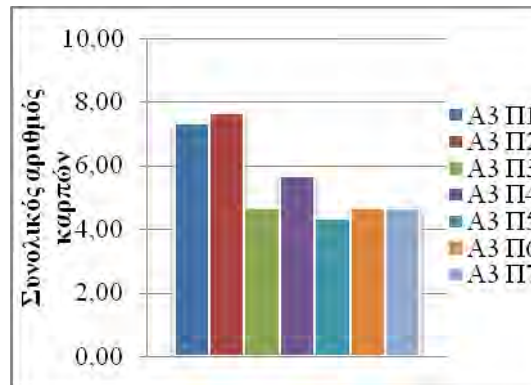
3.2.6 Συνολική απόδοση

3.2.6.1 Συνολικός αριθμός καρπών

Ο συνολικός αριθμός καρπών ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στο *Διάγραμμα 41*.

Οι μεταχειρίσεις δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους κατά την άρδευση με καθαρό νερό ή με το νερό της υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας όσο αφορά στο συνολικό αριθμό καρπών που συγκομίστηκαν. Κατά την άρδευση με το νερό της μεσαίας αλατότητας παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων με τον εμβολιασμό Π3 να αποδίδει καλύτερα διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τους υπόλοιπους εμβολιασμούς και το μάρτυρα και με τον εμβολιασμό Π1 να εμφανίζει τη χαμηλότερη απόδοση. Οι υπόλοιποι εμβολιασμοί και ο μάρτυρας δε διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους.



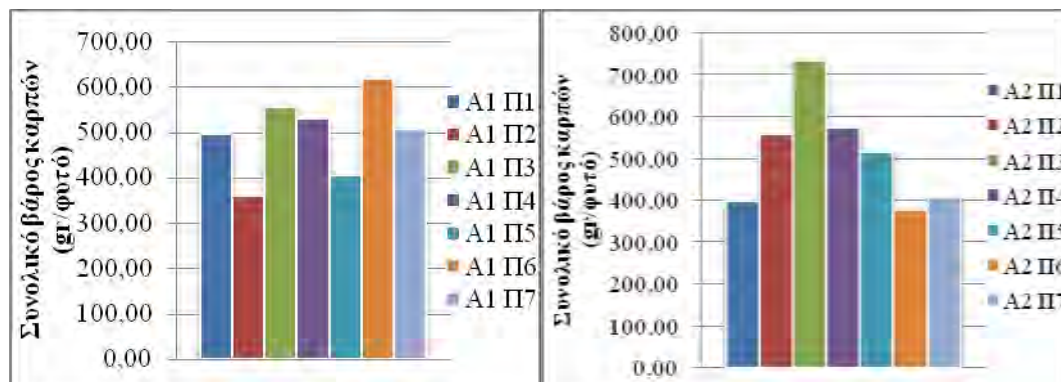


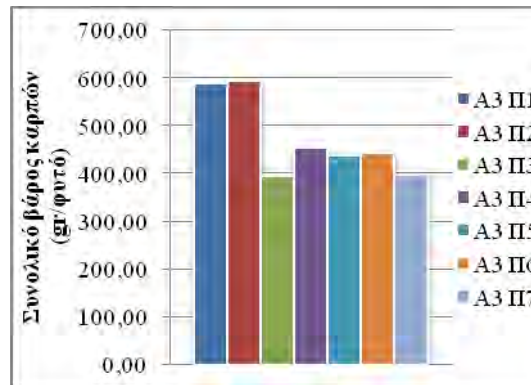
Διάγραμμα 41: Συνολικός αριθμός καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$), με μεσαία ($A2=3 \text{ mS/cm}$) και υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.6.2 Συνολικό βάρος καρπών

Το συνολικό βάρος καρπών ανά φυτό για κάθε εμβολιασμό και για το μάρτυρα κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 42.

Τα φυτά δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων όσο αφορά στο συνολικό βάρος των καρπών και στα τρία είδη άρδευσης.





Διάγραμμα 42: Συνολικό βάρος καρπών για την καλλιέργεια τομάτας στην ύπαιθρο του μάρτυρα (Π7) και των εμβολιασμών (Π1), (Π2), (Π3), (Π4), (Π5), (Π6) κατά την άρδευση με καθαρό νερό ($A1=0,69 \text{ mS/cm}$), άρδευση με μεσαία αλατότητα ($A2=3 \text{ mS/cm}$) και άρδευση με υψηλή αλατότητα ($A3=6 \text{ mS/cm}$) (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.7 Νωπό και ξηρό βάρος

Το νωπό βάρος ολόκληρου του υπέργειου τμήματος και το ξηρό βάρος κάθε υπέργειου φυτικού τμήματος καθώς και του υπόγειου τμήματος των φυτών τομάτας κάθε μεταχείρισης, κατά την άρδευση με καθαρό νερό, με μεσαία και υψηλή αλατότητα στις 70, 83 και 95 ημέρες μετά τη μεταφύτευση παρουσιάζονται στους Πίνακες I, II και III αντίστοιχα.

Πίνακας IV: Κατανομή και τιμές του νωπού και ξηρού βάρους στο ολικό, υπέργειο και υπόγειο τμήμα των φυτών τομάτας σε καλλιέργεια υπαίθρου (70 DAT)

		A1						
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	308,00	397,00	259,00	682,00	207,00	396,00	479,00
	Ξ.B. (g)	95,00	73,00	58,00	88,00	50,00	61,00	57,00
Βλαστοί	N.B. (g)	20,00	11,00	13,00	15,00	6,00	11,00	9,00
	Ξ.B. (g)	64,00	58,00	39,00	123,00	52,00	81,00	84,00
Φύλλα	N.B. (g)	23,00	16,00	15,00	22,00	15,00	15,00	13,00
	Ξ.B. (g)	0,00	0,00	3,00	8,00	0,00	2,00	3,00
Άνθη	N.B. (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ξ.B. (g)	143,00	262,00	163,00	476,00	106,00	253,00	334,00
Καρποί	N.B. (g)	16,00	20,00	13,00	34,00	7,00	20,00	24,00
	Ξ.B. (g)	50,00	84,00	42,00	44,00	39,00	39,00	49,00
Ρίζα	N.B. (g)	10,00	14,00	5,00	6,00	2,00	5,00	3,00
	Ξ.B. (g)							

		A2						
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	417,00	361,00	411,00	561,00	429,00	628,00	385,00
Βλαστοί	N.B. (g)	104,00	90,00	101,00	118,00	66,00	186,00	61,00
	Ξ.B (g)	18,00	18,00	14,00	19,00	10,00	15,00	10,00
Φύλλα	N.B. (g)	92,00	80,00	136,00	173,00	125,00	136,00	84,00
	Ξ.B. (g)	26,00	18,00	22,00	28,00	14,00	19,00	15,00
Άνθη	N.B. (g)	3,00	2,00	4,00	3,00	2,00	4,00	4,00
	Ξ.B. (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Καρποί	N.B. (g)	204,00	189,00	173,00	260,00	230,00	401,00	241,00
	Ξ.B. (g)	18,00	19,00	13,00	18,00	17,00	33,00	21,00
Ρίζα	N.B. (g)	47,00	129,00	49,00	58,00	55,00	80,00	61,00
	Ξ.B. (g)	3,00	23,00	5,00	6,00	8,00	7,00	6,00

		A3						
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	479,00	396,00	373,00	426,00	275,00	247,00	298,00
Βλαστοί	N.B. (g)	105,00	59,00	96,00	82,00	38,00	43,00	73,00
	Ξ.B (g)	20,00	9,00	18,00	12,00	7,00	7,00	13,00
Φύλλα	N.B. (g)	135,00	99,00	174,00	134,00	64,00	66,00	56,00
	Ξ.B. (g)	24,00	12,00	26,00	20,00	11,00	7,00	15,00
Άνθη	N.B. (g)	4,00	0,00	3,00	4,00	0,00	2,00	5,00
	Ξ.B. (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Καρποί	N.B. (g)	235,00	231,00	106,00	198,00	174,00	139,00	172,00
	Ξ.B. (g)	23,00	19,00	10,00	17,00	16,00	12,00	17,00
Ρίζα	N.B. (g)	125,00	39,00	82,00	52,00	22,00	59,00	60,00
	Ξ.B. (g)	19,00	3,00	10,00	9,00	1,00	4,00	7,00

Όπου: N.B. Νωπό βάρος και Ξ.B. Ξηρό βάρος

Πίνακας V: Κατανομή και τιμές του νωπού και ξηρού βάρους στο ολικό, υπέργειο και υπόγειο τμήμα των φυτών τομάτας σε καλλιέργεια υπαίθρου (83 DAT)

		A1						
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	214,00	256,00	202,00	144,00	126,20	312,00	74,00
Βλαστοί	N.B. (g)	92,40	88,00	95,40	83,20	47,30	54,00	24,80
	Ξ.B (g)	18,60	24,60	18,10	17,40	12,20	11,80	11,60
Φύλλα	N.B. (g)	98,80	99,50	57,60	61,80	28,00	79,20	17,60
	Ξ.B. (g)	24,70	20,10	23,00	18,90	16,50	19,50	15,20
Άνθη	N.B. (g)	8,90	2,40	0,00	2,20	0,00	2,20	0,00
	Ξ.B. (g)	3,10	1,00	0,00	1,70	0,00	1,30	0,00
Καρποί	N.B. (g)	14,80	70,30	48,90	0,00	55,60	181,80	36,70
	Ξ.B. (g)	3,40	10,60	7,20	0,00	8,80	23,10	6,20
Ρίζα	N.B. (g)	52,90	45,80	62,60	59,40	25,80	71,10	32,50
	Ξ.B. (g)	8,00	8,50	9,80	10,00	3,70	9,60	4,20

		A2						
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	217,20	321,70	41,00	324,00	136,00	105,00	134,50
Βλαστοί	N.B. (g)	92,00	95,30	25,00	96,10	76,00	57,10	27,40
	Ξ.B (g)	19,30	19,00	11,80	17,40	19,20	16,30	10,20
Φύλλα	N.B. (g)	57,10	163,20	17,30	172,20	49,00	41,30	17,70
	Ξ.B. (g)	23,10	35,80	15,80	35,50	30,10	26,20	15,90
Άνθη	N.B. (g)	0,00	10,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00
	Ξ.B. (g)	0,00	3,30	0,00	1,90	0,00	0,00	0,00
Καρποί	N.B. (g)	72,80	53,30	2,20	55,10	11,50	10,50	94,10
	Ξ.B. (g)	13,10	9,30	1,60	9,30	4,00	3,30	14,60
Ρίζα	N.B. (g)	22,50	97,20	45,90	84,60	45,30	71,20	54,50
	Ξ.B. (g)	6,50	12,40	9,30	11,00	7,80	11,70	9,00

		A3						
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	165,10	165,90	220,00	54,40	168,30	270,70	51,00
Βλαστοί	N.B. (g)	74,80	82,90	94,70	46,10	56,00	59,90	35,30
	Ξ.B (g)	15,30	18,30	19,00	8,30	12,20	14,00	11,40
Φύλλα	N.B. (g)	51,70	73,10	116,80	12,10	81,10	118,40	17,50
	Ξ.B. (g)	22,20	32,10	29,50	7,30	15,60	26,10	14,50
Άνθη	N.B. (g)	0,00	3,30	4,70	0,00	3,20	2,30	0,00
	Ξ.B. (g)	0,00	1,80	1,70	0,00	1,50	1,10	0,00
Καρποί	N.B. (g)	43,00	12,80	9,90	0,00	33,20	94,70	0,00
	Ξ.B. (g)	7,10	3,60	3,00	0,00	5,90	12,70	0,00
Ρίζα	N.B. (g)	56,30	51,30	58,20	19,50	37,00	37,20	33,80
	Ξ.B. (g)	8,40	7,40	8,30	4,50	5,70	5,50	4,80

Όπου: N.B. Νωπό βάρος και Ξ.B. Ξηρό βάρος

Πίνακας VI: Κατανομή και τιμές του νωπού και ξηρού βάρους στο ολικό, υπέργειο και υπόγειο τμήμα των φυτών τομάτας σε καλλιέργεια υπαίθρου (95 DAT)

		A1						
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	187,10	229,00	309,30	213,00	188,90	182,90	25,60
Βλαστοί	N.B. (g)	90,00	106,80	139,50	110,20	64,60	67,90	12,40
	Ξ.B (g)	18,00	20,40	25,60	19,50	12,90	13,30	10,70
Φύλλα	N.B. (g)	61,90	101,30	135,30	68,30	55,80	60,40	15,50
	Ξ.B. (g)	24,40	26,10	35,50	26,30	22,60	21,20	14,30
Άνθη	N.B. (g)	0,00	2,30	3,90	0,00	0,00	3,80	0,00
	Ξ.B. (g)	0,00	1,60	5,10	0,00	0,00	1,70	0,00
Καρποί	N.B. (g)	37,80	22,60	34,00	37,20	72,50	56,10	0,00
	Ξ.B. (g)	6,40	3,40	4,80	5,70	10,20	7,80	0,00
Ρίζα	N.B. (g)	37,80	65,60	38,90	45,20	32,90	34,70	32,80
	Ξ.B. (g)	6,30	10,30	6,80	7,80	4,30	5,30	3,10

A2								
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	254,00	340,60	141,50	262,90	284,50	255,80	70,50
Βλαστοί	N.B. (g)	88,50	85,00	77,00	101,60	69,00	90,70	27,80
	Ξ.B (g)	15,60	17,10	16,60	17,40	13,20	16,40	13,80
Φύλλα	N.B. (g)	107,20	115,30	47,30	109,50	122,70	131,10	24,10
	Ξ.B. (g)	29,80	32,40	27,70	32,20	33,50	24,60	20,90
Άνθη	N.B. (g)	5,00	4,10	1,80	2,00	2,30	5,20	0,00
	Ξ.B. (g)	2,70	2,00	1,10	1,00	1,50	2,10	0,00
Καρποί	N.B. (g)	73,50	141,30	20,20	53,30	94,00	32,30	24,90
	Ξ.B. (g)	11,90	22,30	5,40	10,00	16,30	5,40	5,30
Ρίζα	N.B. (g)	93,50	48,20	26,30	38,40	114,80	65,10	36,40
	Ξ.B. (g)	11,30	8,00	6,60	7,30	14,10	9,80	6,00

A3								
		Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Ολικό	N.B. (g)	329,60	164,00	253,60	248,60	255,70	142,90	36,40
Βλαστοί	N.B. (g)	110,60	57,50	98,30	105,20	85,10	52,20	19,30
	Ξ.B (g)	20,30	13,10	17,80	17,40	16,50	16,80	12,40
Φύλλα	N.B. (g)	170,30	58,80	104,60	132,50	120,30	52,90	16,80
	Ξ.B. (g)	40,40	22,00	28,30	30,70	32,70	30,90	14,50
Άνθη	N.B. (g)	3,40	3,10	3,00	3,30	6,20	3,10	0,00
	Ξ.B. (g)	2,20	1,50	1,60	1,50	2,20	2,50	0,00
Καρποί	N.B. (g)	45,50	50,00	51,30	13,80	45,20	38,50	3,00
	Ξ.B. (g)	8,70	10,60	10,00	6,40	8,70	7,10	0,80
Ρίζα	N.B. (g)	62,90	28,40	44,20	23,60	68,40	28,20	40,40
	Ξ.B. (g)	10,30	6,60	7,00	4,10	9,70	6,40	5,10

Όπου: N.B. Νωπό βάρος και Ξ.B. Ξηρό βάρος

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια, στην άρδευση με καθαρό νερό, τόσο τα εμβολιασμένα όσο και τα αυτόρριζα φυτά είχαν παρόμοιο ύψος κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης. Στη συνέχεια, όμως, στο τέλος του πειράματος ψηλότερα κατέληξαν να είναι τα φυτά του εμβολιασμού Π1, τα φυτά που εμβολιάστηκαν σε φυτά της ίδιας ποικιλίας Π6 και η αυτόρριζη ποικιλία μάρτυρας. Στην υπαίθρο η μεταχείριση που ξεχώρισε και είχε το μεγαλύτερο ύψος ήταν ο εμβολιασμός Π4.

Στην άρδευση με το νερό της μεσαίας αλατότητας, η αυτόρριζη ποικιλία πλεονεκτούσε για μεγάλο χρονικό διάστημα έναντι των εμβολιασμών στα νέα υποκείμενα και των εμβολιασμών στην ίδια ποικιλία. Στο τέλος του πειράματος όμως ο εμβολιασμός Π3 την ξεπέρασε στην καλλιέργεια του θερμοκηπίου. Στην καλλιέργεια της υπαίθρου εξίσου καλή απόδοση είχαν οι εμβολιασμοί Π1 και Π2 με παρόμοιο ύψος.

Στην άρδευση με το νερό της υψηλής αλατότητας στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια της τομάτας κατά τις πρώτες ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας ψηλότερη ποικιλία ήταν η αυτόρριζη έναντι των εμβολιασμένων φυτών, αλλά στο τέλος του πειράματος δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων επιδεικνύοντας παρόμοιο ύψος όλα τα φυτά. Στην καλλιέργεια της υπαίθρου στην άρδευση με το νερό της υψηλής αλατότητας ξεχώρισαν οι εμβολιασμοί Π1 και Π3.

Όσο αφορά στον αριθμό των κόμβων των φυτών στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια και κατά την άρδευση με καθαρό νερό περισσότερους κόμβους εμφάνισε η αυτόρριζη ποικιλία μάρτυρας έναντι των εμβολιασμών. Αντίθετα, στην υπαίθρια καλλιέργεια τομάτας οι εμβολιασμοί Π3, Π4 και Π6 υπερείχαν της αυτόρριζης ποικιλίας, η οποία είχε τους λιγότερους κόμβους ανά φυτό.

Στην άρδευση με το νερό της μεσαίας αλατότητας στο θερμοκήπιο οι εμβολιασμοί και ο μάρτυρας εμφάνισαν παρόμοια συμπεριφορά εκτός από τον εμβολιασμό Π2, ο οποίος υπολείπονταν στατιστικώς σημαντικά από αυτούς. Στην υπαίθρο, κατέληξε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων ο εμβολιασμός Π1 φέροντας τους περισσότερους κόμβους ανά φυτό.

Στην άρδευση της υψηλής αλατότητας στο θερμοκήπιο οι μεταχειρίσεις κατέληξαν να έχουν παρόμοιο αριθμό κόμβων κατά τη λήξη του πειράματος, χωρίς

στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Στην ύπαιθρο πλεονεκτούσε ο εμβολιασμός Π3.

Στο θερμοκήπιο δεν προκύπτουν σαφή συμπεράσματα όσο αφορά στην ανάπτυξη των φυτών για την καλύτερη απόδοση των εμβολιασμένων ή της αυτόρριζης ποικιλίας. Αντίθετα, στην υπαίθρια καλλιέργεια φαίνεται ότι όσο αφορά στη βλαστική ανάπτυξη των φυτών τα εμβολιασμένα φυτά έδειξαν μια υπεροχή έναντι της αυτόρριζης ποικιλίας και στα τρία είδη αρδεύσεων, αποτελέσματα που συμφωνούν με τους Tai *et al.* (2005), σύμφωνα με τους οποίους, οι τομάτες οι οποίες εμβολιάζονται σε υποκείμενα μελιτζάνας έχουν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και βιομάζα (ριζών και βλαστών) από τις αυτόρριζες.

Σε ότι σχετίζεται με την αλατότητα, οι Perez *et al.* (1993) διαπίστωσαν ότι επηρεάζει δυσμενώς το ρυθμό ανάπτυξης του φυτού. Επίσης, οι Cuartero & Fernandez-Munoz (1999) υποστηρίζουν ότι η αλατότητα καθυστερεί την ανάπτυξη του βλαστού της τομάτας. Στο στάδιο ανάπτυξης του σπορόφυτου, όσο νωρίτερα εκτεθεί στην αλατότητα το φυτό, τόσο μικρότερη είναι η ανάπτυξη του βλαστού.

Γενικά, σε επίπεδο φυτού, οι Najla *et al.* (2007) υποστηρίζουν ότι το ύψος και η διάμετρος του φυτού μειώνονται με την αλατότητα.

Αντίθετα οι Kerkides *et al.* (1997) έδειξαν ότι το ύψος των φυτών τομάτας που δέχτηκαν μεταχείριση με νερό αλατότητας 3,2 dS/m δε μειώθηκε σημαντικά σε σύγκριση με το μάρτυρα (1,5 dS/m). Σε υψηλότερα επίπεδα αλατότητας 5,2 dS/m και 7,2 dS/m, το ύψος των φυτών παρουσίασε αντίστοιχα μείωση 11,6% και 18,3% σε σχέση με το μάρτυρα (1,5 dS/m).

Στο θερμοκήπιο ο αριθμός των ανθέων των φυτών που αρδεύτηκαν με καθαρό νερό ήταν παρόμοιος, εκτός από την 49^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, όπου η αυτόρριζη ποικιλία είχε το μεγαλύτερο αριθμό. Στην ύπαιθρο καταγράφηκαν περισσότερες διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων με τον εμβολιασμό Π3 να υπερέχει μετά την εφαρμογή της αλατότητας, ενώ αργότερα κατά την 61^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση πλεονεκτούσαν οι εμβολιασμοί Π2 και Π4. Ο εμβολιασμός Π4 εξακολούθησε να υπερέχει, ενώ την 75^η ημέρα διακρίθηκαν τα εμβολιασμένα σε φυτά της ίδιας ποικιλίας Π6. Στο τέλος του πειράματος δεν υπήρχαν διαφορές.

Κατά την άρδευση με μεσαία αλατότητα αρχικά τα περισσότερα άνθη ανά φυτό είχε η αυτόρριζη ποικιλία. Αργότερα εξίσου καλή συμπεριφορά με το μάρτυρα είχαν και τα εμβολιασμένα σε φυτά της ίδιας ποικιλίας, ενώ κατά τις τελευταίες ημέρες του πειράματος ο εμβολιασμός Π5 ξεχώρισε. Στην υπαίθρια καλλιέργεια παρατηρήθηκαν διαφορές κατά την 49^η ημέρα, όπου ξεχώρισε ο εμβολιασμός Π1, όπως και την 57^η ημέρα. Στη συνέχεια τα περισσότερα άνθη είχε ο εμβολιασμός Π2, ενώ προς το τέλος των μετρήσεων πλεονεκτούσαν οι εμβολιασμοί Π5 και Π6.

Στην άρδευση με υψηλή αλατότητα στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια τις πρώτες ημέρες ξεχώρισε η αυτόρριζη ποικιλία και ο εμβολιασμός Π3, ενώ στη συνέχεια υπερεπέρυσε μόνο η αυτόρριζη ποικιλία έναντι των εμβολιασμών. Για κάποιο χρονικό διάστημα δεν καταγράφηκαν διαφορές, αλλά αργότερα ξεχώρισαν τα φυτά του εμβολιασμού Π2. Γενικά στην άρδευση με υψηλή αλατότητα ακολουθήθηκε μια φθίνουσα πορεία στον αριθμό των ανθέων είτε λόγω ανθόπτωσης ή λόγω μετατροπής των ανθέων σε καρπούς για σχεδόν όλες τις μεταχειρίσεις σε σχέση με τα άλλα είδη της άρδευσης. Στην υπαίθρια καλλιέργεια αρχικά ξεχώρισαν οι εμβολιασμοί Π1 και Π2, τις επόμενες ημέρες δεν παρατηρήθηκαν διαφορές, ενώ ο εμβολιασμός Π1 ξεχώρισε ξανά αργότερα. Στη συνέχεια δεν καταγράφηκαν διαφορές παρά μόνο κατά το τέλος του πειράματος με τον εμβολιασμό Π3 να υπερεπέρει.

Γενικότερα, όσο αφορά στον αριθμό των ανθέων στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια και συγκεκριμένα στην άρδευση με καθαρό νερό όταν υπήρξαν διαφορές πλεονεκτούσε η αυτόρριζη ποικιλία, ενώ στις αρδεύσεις με αλατότητα εξίσου καλή συμπεριφορά είχε η αυτόρριζη ποικιλία με κάποιους από τους εμβολιασμούς. Στην καλλιέργεια της υπαίθρου γενικά τα περισσότερα άνθη φαίνεται να είχαν τα φυτά του εμβολιασμού έναντι της αυτόρριζης ποικιλίας στις περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Οι πράσινοι καρποί κατά την άρδευση με καθαρό νερό στο θερμοκήπιο παρουσίασαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων με τον εμβολιασμό Π4 να πλεονεκτεί αρχικά. Στη συνέχεια παρόμοια συμπεριφορά επέδειξε και ο εμβολιασμός Π5, για να ξεχωρίσει ο Π4 ξανά. Αργότερα, μετά την 49^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση δεν παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Στην υπαίθρια καλλιέργεια ξεκίνησε να πλεονεκτεί για αρκετό χρονικό διάστημα ο εμβολιασμός Π3, ενώ την 61^η ημέρα παρόμοια συμπεριφορά είχε και ο εμβολιασμός Π4. Στη συνέχεια δεν

παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, μέχρι την 82^η ημέρα, όπου ξεχώρισαν τα φυτά του μάρτυρα φέροντας το μεγαλύτερο αριθμό πράσινων καρπών.

Σε συνθήκες μεσαίας αλατότητας, στο θερμοκήπιο μετά την εφαρμογή της αλατότητας ξεχώρισαν οι εμβολιασμοί Π1 και Π4, ενώ στη συνέχεια δεν καταγράφηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Όμοια στην υπαίθρο ξεχώρισε ο εμβολιασμός Π4 τις πρώτες ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας, στη συνέχεια δεν υπήρχαν διαφορές, ενώ ξανά υπερείχαν τα φυτά του Π4 και Π5 αργότερα. Αργότερα δεν εμφανίστηκαν διαφορές, ενώ στο τέλος του πειράματος πλεονεκτούσαν τα φυτά του εμβολιασμού Π3.

Κατά την άρδευση με το νερό της υψηλής αλατότητας οι εμβολιασμοί γενικά είχαν καλύτερη συμπεριφορά. Ξεχώρισαν αρχικά οι εμβολιασμοί Π1, Π3 και Π4, ενώ αργότερα μόνο ο Π4. Κατά την 49^η ημέρα καλή συμπεριφορά είχαν οι εμβολιασμοί Π4 και Π1, ενώ στη συνέχεια υπερεπεριελάμβανε ο Π1. Την 61^η ημέρα οι εμβολιασμοί Π1, Π3, Π4 και Π6 αντίδρασαν εξίσου καλά, διαφέροντας σημαντικά από τους υπόλοιπους εμβολιασμούς και την αυτόρριξη ποικιλία. Στη συνέχεια ο εμβολιασμός, ο οποίος συνέχισε να έχει καλή συμπεριφορά ήταν ο Π4. Την 75^η ημέρα δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, ενώ κατά το τέλος του πειράματος, την 82^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, καλύτερη αντίδραση στην υψηλή αλατότητα ως προς τον αριθμό των πράσινων καρπών είχαν οι εμβολιασμοί Π2 και Π6. Στην υπαίθρια καλλιέργεια κατά τις πρώτες ημέρες εφαρμογής της υψηλής αλατότητας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Από την 61^η ημέρα και έως το τέλος του πειράματος τα φυτά του εμβολιασμού Π2 πλεονεκτούσαν με τους περισσότερους πράσινους καρπούς ανά φυτό.

Γενικά στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια όπου προέκυψαν διαφορές στον αριθμό των πράσινων καρπών των φυτών και στα τρία είδη αρδεύσεων ήταν με υπεροχή των εμβολιασμών. Στην υπαίθρια καλλιέργεια προέκυψε το ίδιο αποτέλεσμα εκτός από την άρδευση με καθαρό νερό, όπου εξίσου καλή συμπεριφορά είχε και η αυτόρριξη ποικιλία.

Τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο οι μεταχειρίσεις δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στο συνολικό αριθμό και το συνολικό βάρος των καρπών στην άρδευση με καθαρό νερό.

Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα (Oda *et al.*, 2000) οι εμβολιασμένες τομάτες σε υποκείμενα τομάτας ή μελιτζάνας δίνουν ικανοποιητική παραγωγή, αν και σε από άλλα πειραματικά δεδομένα προέκυψε ότι εμβολιασμένες τομάτες της ποικιλίας «Seokwang» στο υποκείμενο «Kagemusha» έδωσαν 39,3% περισσότερους καρπούς, 54,4% υψηλότερη παραγωγή και ελαφρώς μεγαλύτερο μέσο βάρος καρπού (Chung 1995, αναφέρεται από τους Lee και Oda 2003).

Επίσης, εμβολιασμένες τομάτες στο εμπορικό υποκείμενο τομάτας «Maxifort» έδωσαν μεγαλύτερη παραγωγή σε βιολογική καλλιέργεια (Rivard, 2006) και εμβολιασμένες στα εμπορικά υποκείμενα τομάτας «He-man F₁», «Primavera F₁», «PG3 F₁» και «Beaufort F₁» μεγαλύτερη παραγωγή σε θερμοκηπιακή και σε υπαίθρια καλλιέργεια και καρπούς με τα ίδια ποιοτικά χαρακτηριστικά με εκείνες που έδωσαν τα αυτόρριζα σπορόφυτα (Marsic & Osvald, 2004, Khah *et al.*, 2006).

Επιπλέον, σύμφωνα με τους Matsuzoe *et al.* (1993a) οι εμβολιασμένες σε εύρωστα υποκείμενα τομάτες, όταν καλλιεργούνται σε αμόλυντα από εδαφογενή παθογόνα εδάφη, δίνουν πολύ υψηλότερη παραγωγή από τις αυτόρριζες. Εμβολιασμένες σε υποκείμενα μελιτζάνας τομάτες δεν προσβάλλονται από τα βακτήρια (*Ralstonia solanacearum*), αναπτύσσονται κανονικά σε εδάφη που νεροκρατούν και δίνουν υψηλότερη παραγωγή από τις αυτόρριζες (Palada & Wu, 2007).

Σε συνθήκες μεσαίας αλατότητας στο θερμοκήπιο ξεχώρισε ο εμβολιασμός Π4 όσο αφορά στο συνολικό αριθμό καρπών, ενώ ο μάρτυρας και ο εμβολιασμός Π5 είχαν τη χαμηλότερη απόδοση. Στην ύπαιθρο στη μεσαία αλατότητα πλεονεκτούσε ο εμβολιασμός Π3 έναντι των άλλων εμβολιασμών και του μάρτυρα όσο αφορά στο συνολικό αριθμό των καρπών. Στο θερμοκήπιο στην άρδευση με την υψηλή αλατότητα οι εμβολιασμοί έδωσαν μεγαλύτερο αριθμό καρπών σε σχέση με τον αυτοεμβολιασμό και την αυτόρριζη ποικιλία, η οποία παρουσίασε τη χαμηλότερη απόδοση. Στην ύπαιθρο δεν παρατηρήθηκαν διαφορές.

Τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο, οι μεταχειρίσεις δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά στο συνολικό βάρος των καρπών και σε συνθήκες μεσαίας αλατότητας. Στην άρδευση με την υψηλή αλατότητα στο θερμοκήπιο όσο αφορά στο συνολικό βάρος των καρπών όλοι οι εμβολιασμοί είχαν μεγαλύτερο βάρος καρπών από την αυτόρριζη ποικιλία, ενώ στην υπαίθρια καλλιέργεια δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των επτά μεταχειρίσεων στο συνολικό βάρος των καρπών.

Καταλήγουμε στο ότι η αυτόρριζη ποικιλία σε συνθήκες αλατότητας στο θερμοκήπιο είχε τη χαμηλότερη απόδοση όσο αφορά στον αριθμό των καρπών, ενώ οι εμβολιασμοί υπερείχαν. Στην ύπαιθρο διαφορές παρατηρήθηκαν μόνο στη μεσαία αλατότητα, όπου οι αποδόσεις της αυτόρριζης ποικιλίας δε διέφεραν στατιστικώς σημαντικά από τους εμβολιασμούς πλην του Π3.

Όσο αφορά στο συνολικό βάρος των καρπών παρατηρούμε ότι στο θερμοκήπιο ο εμβολιασμός της τομάτας αυξάνει το συνολικό βάρος καρπών σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, σε σύγκριση με τη χρήση αυτόρριζων φυτών. Το υποκείμενο εμβολιασμού φαίνεται να επηρεάζει το βάρος των καρπών. Στην καλλιέργεια της υπαίθρου αντίθετα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν σε υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας τομάτας σε ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα, (Ολύμπιος κ.ά., 2009) και συγκεκριμένα τα εμβολιασμένα φυτά έδωσαν σημαντικά υψηλότερη παραγωγή σε σύγκριση με τα αυτόρριζα, οι διαφορές όμως ήταν στατιστικώς σημαντικές μόνο σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Ωστόσο σύμφωνα με τους Fernandez-Garcia et al. (2004) η απόδοση ήταν υψηλότερη στα εμβολιασμένα σε σχέση με τα μη εμβολιασμένα φυτά, για 0, 30 και 60 mM NaCl.

Σχετικά με τη σύγκριση μεταξύ των εμβολιασμένων στα πέντε νέα υποκείμενα φυτών και εκείνων που εμβολιάστηκαν στην ίδια ποικιλία δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές παρά μόνο όσο αφορά στο συνολικό αριθμό καρπών σε συνθήκες υψηλής αλατότητας στο θερμοκήπιο, όπου τα αυτοεμβολιασμένα φυτά υπολείπονταν των άλλων εμβολιασμών, πλεονεκτούσαν όμως σε σχέση με την αυτόρριζη ποικιλία.

Όμοια, οι Santa-Cruz *et al.* (2001) βρήκαν μια αύξηση στην ανάπτυξη και την απόδοση σε καρπούς όταν μια ευαίσθητη στην αλατότητα ποικιλία «Moneymaker» εμβολιάστηκε σε ένα ανθεκτικό υποκείμενο «Pera» και αρδεύτηκε με νερό που περιείχε 50mM NaCl συγκρινόμενη με αυτοεμβολιασμένα φυτά.

Οι Estan *et al.* (2005) επίσης βρήκαν ότι ο εμβολιασμός αποτελεί έναν εναλλακτικό τρόπο βελτίωσης της ανθεκτικότητας στην αλατότητα σε ένα εμπορικό υβρίδιο τομάτας «Jaguar» που εμβολιάστηκε σε διάφορα υποκείμενα τομάτας («Radja», «Volgogradskij», «Pera», και «Volgogradskij» × «Pera») με διαφορετικό δυναμικό αποκλεισμού αλατούχων ιόντων και καλλιεργήθηκαν σε διαφορετικές συγκεντρώσεις NaCl (0, 25, 50, και 75mM NaCl).

Οι Martinez-Rodriguez *et al.* (2008) έθεσαν το ερώτημα αν ο γενότυπος του βλαστού με ένα χαρακτήρα «αποκλεισμού αλάτων» («Moneymaker») μπορεί να αυξήσει την ανθεκτικότητά του όταν εμβολιάζεται σε υποκείμενα («Radja» και «Pera») με χαρακτήρα «αποκλεισμού αλάτων». Ο εμβολιασμός είτε στο «Radja» ή στο «Pera» βελτίωσε την απόδοση σε καρπούς της τομάτας συγκρινόμενη με τα αυτοεμβολιασμένα φυτά του «Moneymaker» όταν τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε 50 mM NaCl, αν και δεν υπήρχε επίδραση από κανένα υποκείμενο ή από τον εμβολιασμό καθεαυτό στην απόδοση κατά την απουσία της αλατότητας ή στα 25 mM NaCl. Η αύξηση στην απόδοση σε ετεροεμβολιασμένα έναντι των αυτοεμβολιασμένων φυτών ήταν περίπου 40% αν και σε μια προηγούμενη έρευνα (Estan *et al.*, 2005) η αύξηση ήταν 80% για το ίδιο επίπεδο αλατότητας, αν και ήταν με διαφορετικό εμβόλιο. Ο γενότυπος του βλαστού που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη των Martinez-Rodriguez *et al.* (2008) («Moneymaker») είναι καλύτερος όσο αφορά στον αποκλεισμό των αλάτων από αυτόν που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη των Estan *et al.* (2005) «Jaguar», έτσι οι διαφορετικές αυξήσεις στην απόδοση μπορεί να οφείλονται σε χαμηλότερη συγκέντρωση ιόντων στο βλαστό που επάγεται από το ίδιο επίπεδο στρες όταν χρησιμοποιείται ένας γενότυπος με υψηλότερη ικανότητα αποκλεισμού όπως ο «Moneymaker».

Συμπερασματικά και με βάση τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας και της υπάρχουσας βιβλιογραφίας μπορεί να ειπωθεί ότι ο εμβολιασμός σε κατάλληλα υποκείμενα μπορεί να είναι ένα ισχυρό όπλο στα χέρια των παραγωγών για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που έχουν προκύψει ή πρόκειται να προκύψουν

εξαιτίας της αλατότητας των εδαφών ή του αρδευτικού νερού. Πρόκειται για μία αποτελεσματική μέθοδο σε σχέση με κλασικές μεθόδους βελτίωσης που έχουν δοκιμαστεί, εύκολη, συγκριτικά με μεθόδους γενετικής τροποποίησης που προτείνονται και επιπλέον φιλική προς το περιβάλλον. Περαιτέρω μελέτη απαιτείται για την αξιολόγηση των ποικιλιών τομάτας και των κατάλληλων συνδυασμών εμβολίου-υποκειμένου, ώστε να επιβιώνουν και να παράγουν ικανοποιητικά σε αλατούχες συνθήκες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Βαρδαβάκης Μ. 1993. Συστηματική Βοτανική. Τόμος Ι. Θεσσαλονίκη. Σελ:175.
- Μπλέτσος Φ.Α. 2009. Ο εμβολιασμός των λαχανικών. Αιγάλεω. Εκδόσεις Έμβρυο. Σελ: 19-246.
- Ντόγρας Κ. 2001. Ειδική Λαχανοκομία Ι, Ά μέρος. Θεσσαλονίκη. Σελ:1-39.
- Ολύμπιος Χ., Σάββας Δ., Σάββα Α., Γούμενου Α., Καραπάνος Ι. 2009. Αλληλεπίδραση υποκειμένων εμβολιασμού και αλατότητας στην ανάπτυξη, την παραγωγή και την ποιότητα των καρπών τομάτας. Πρακτικά 23^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών - Τεύχος Β.
- Ολύμπιος Χ. 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Αθήνα. Εκδόσεις Σταμούλης. Σελ. 25-209.

ΛΙΕΘΝΗΣ

- Abdelmageed A.H.A., Gruda N., Geyer B., 2004. Effects of Temperature and Grafting on the Growth and Development of Tomato Plants under Controlled Conditions. Rural Poverty Reduction through Research for Development and Transformation. Berlin, October 5-7, 2004.
- Albacete A., Martinez-Andujar C., Ghanem M.E., Acosta M., Sanchez-Bravo J., Asins M.J., Cuartero J., Lutts S., Dodd I.C., Perez-Alfocea F. 2009. Rootstock-mediated changes in xylem ionic and hormonal status are correlated with delayed leaf senescence, and increased leaf area and crop productivity in salinized tomato. *Plant Cell Environ.* 32: 928–938.
- Al-Busaidi A., Al-Rawahy S., Ahmed M., 2009. Response of different tomato cultivars to diluted sea water salinity. *Asian Journal of Crop Science* 1(2): 77-86.
- Allan A., Altman b., Heuer B. 2000. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. *Plant Sci.* 152: 59-65.
- Alpert K., Grandillo S., Tanksley S.D. 1995. *fw2.2*: a major QTL controlling fruit weight is common to both red- and green-fruited tomato species. *Theoretical and Applied Genetics* 91: 994-1000.
- Anon. 530-545. Methodology for Living and Farming (Jaeminyosool) Vol. 5. Gourd. A revised book published by Chung Hwa Book Co., Ltd. Taiwan.
- Apel K., Hirt H. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annu. Rev. Plant Biol.* 55: 373–399.
- Ashita E. (ed.) 1927. Grafting on watermelons. Korea (Chosum) agricultural Newsletter 1: 9.
- Ashita E. (ed.) 1930. Grafting methods of watermelons. Korea (Chosum) Agricultural Newsletter 4:50.
- Ashita E. (ed.) 1934. Benefits of using grafted watermelons. Korea (Chosum) Agricultural Newsletter 8:7.
- AVRDC 2000. Grafting takes root in Taiwan. Center point, the quarterly Newsletter of the Asian Vegetable Research and Development Centre. September 2000: 1-3.
- Bernstein L. 1964. Effect of salinity on mineral composition and growth of plants. *Plant Anal. Fert. Prob.*, 4: 25-44.

- Bersi M. 2002. Tomato grafting as an alternative to methyl bromide in Marocco. Institut Agronomie et Veterinaire Hasan II. Marocco.
- Besri M. 2005. Current situation of tomato grafting as alternative to methyl bromide for tomato production in the Mediterranean region. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions San Diego, CA USA.
- Black L.L., Wu D.L., Wang J.F., Kalb T., Abbass D., Chen J.H. 2000. Grafting tomatoes for production in the hot, wet season. International Cooperators Guide, AVRDC pub.
- Bredemeijer G.M.M., Arens P., Wouters D. 1998. The use of semi-automated fluorescent microsatellite analysis for tomato cultivar identification. *Theoretical and Applied Genetics* 97: 584-590.
- Bulder H.A.M., van Hasselt P.R., Kuiper P.J.C., Speek E.J., den Nijs A.P.M. 1990. The effect of low root temperature in growth and lipid composition of low temperature tolerant rootstock genotypes for cucumber. *Journal of Plant Physiology* 138: 661–666.
- Castilla N., Fereres E. 1990. The climate and water requirements of tomatoes in unheated plastic houses. *Agric. Medit.* 120: 268-274.
- Chartzoulakis K. 1998. Environmentally sustainable irrigation management for greenhouse vegetables in Crete, Greece. *J. Balkan Ecol.* 1(2): 62-67.
- Chartzoulakis K., Michelakis N. 1988. Influence of different irrigation systems on greenhouse tomatoes. *Acta Hort.* 228: 97-104.
- Chen G., Fu X., Lips S.H., Sagi M. 2003. Control of plant growth resides in the shoot, and not in the root, in reciprocal grafts of flacca and wild-type tomato (*Lycopersicon esculentum*), in the presence and absence of salinity stress. *Plant Soil* 256: 205–215.
- Chen S.F., Zhu Y.L., Liu Y.L., Hu C.M., Zhang G.W. 2006. Effects of NaCl stress on ABA and polyamine contents in leaves of grafted tomato seedlings. *Acta Hortic. Sin.* 33: 58–62.
- Chen S.F., Zhu Y.L., Liu Y.L., Li S.J. 2005. Effects of NaCl stress on activities of protective enzymes, contents of osmotic adjustment substances and photosynthetic characteristics in grafted tomato seedlings. *Acta Hortic. Sin.* 32: 609–613.
- Cohen S., Naor A. 2002. The effect of three rootstocks on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees and predicting canopy from hydraulic conductance. *Plant, Cell and Environment* 25: 17–28.
- Colla G., Fanasca S., Cardarelli M., Roupael Y., Saccardo F., Graifenberg A., Curadi M. 2005. Evaluation of salt tolerance in rootstocks of Cucurbitaceae. *Acta Hortic.* 697: 469–474.
- Colla G., Roupael Y., Cardarelli M., Massa D., Salerno A., Rea E. 2006b. Yield, fruit quality and mineral composition of grafted melon plants grown under saline conditions. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 81: 146–152.
- Colla G., Roupael Y., Cardarelli M., Rea E. 2006a. Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. *HortScience* 41: 622–627.
- Colla G., Roupael Y., Leonardi C., Bie Z. 2010. Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *Sci. Hortic.* 127: 147–155.
- Cuartero J., Bolarin M.C., Asvns M.J., Moreno V., 2006. Increasing salt tolerance in the tomato. *J. Exp. Bot.* 57: 1045–1058.

- Cuartero J., Fernandez-Munoz R. 1999. Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae* 78: 83-125.
- Di Gioia F., Serio F., Buttaro D., Ayala O., Santamaria P. 2010. Vegetative growth, yield, and fruit quality of 'Cuore di Bue', an heirloom tomato, as influenced by rootstock. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 85(6): 477-482.
- Ehret D.L., Ho L.C. 1986. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. *J. Hort. Sci.* 61: 361-367.
- Eliades G., Orphanos P.H. 1986. Irrigation of tomatoes grown in unheated greenhouse. *J. Hort. Sci.* 61: 95-101.
- Estan M.T., Martinez-Rodriguez M.M., Perez-Alfocea F., Flowers T.J., Bolarin M.C. 2005. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *Journal of Experimental Botany* 56 (412): 703-712.
- Etehadnia M., Waterer D., Jong H.D., Tanino K.K. 2008. Scion and rootstock effects on ABA-mediated plant growth regulation and salt tolerance of acclimated and unacclimated potato genotypes. *J. Plant Growth Regul.* 27: 125-140.
- FAO, 2009. FAO land and plant nutrition management service., <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/>.
- Farquhar G.D., Sharkey T.D. 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 33: 317-345.
- Fernandez-Garcia N., Martinez V., Cerda A., Carvajal M. 2002. Water and nutrient uptake of grafted tomato plants grown under saline conditions. *J. Plant Physiol.* 159: 899-905.
- Fernandez-Garcia N., Martinez V., Cerda A., Carvajal M., 2004. Fruit quality of grafted tomato plants grown under saline conditions. *Journal of horticultural science & biotechnology* 79 (6): 995-1001.
- Fernandez-Garcia N., Martinez, V. Carvajal M. 2004. Effect of salinity on growth, mineral composition, and water relations of grafted tomato plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 167: 616-622.
- Fillati J.J., Kiser J., Ronald R., Comai L. 1987. Efficient transfer of glyphosate tolerance gene into tomato using a binary *Agrobacterium tumefaciens* vector. *Biotechnology* 5: 726-730.
- Flexas J., Medrano H. 2002. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Ann. Bot.* 89: 183-189.
- Flores F.B., Sanchez-Bel P., Estan M.T., Martinez-Rodriguez M.M., Moyano E., Morales B., Campos J.F., Gracia-Abellan J.O., Egea M.I., Fernandez-Garcia N., Romojaro F., Bolarin M.C. 2010. The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Sci. Hortic.* 125: 211-217.
- Flowers T.J., Flowers S.A. 2005. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? *Agricultural Water Management* 78: 15-24.
- Foolad M.R., Chen F.Q. 1999. RFLP mapping of QTLs conferring salt tolerance during vegetative stage in tomato. *Theoretical and Applied Genetics* 99: 235-243.
- Fuji T., Itagi T. 1962. Cucumber. *Vegetable production Technology*. Seibundou Shinkousha, Japan.
- Ghassemi F., Jakeman A.J., Nix H.A. 1995. *Salinisation of Land and Water Resources Human Causes Extent Management and Case Studies*. CAB International, Wallingford, Oxon, p. 526.

- Goreta S., Bucevic-Popovic V., Selak G.V., Pavela-Vrancic M., Perica S. 2008. Vegetative growth, superoxide dismutase activity and ion concentration of saltstressed watermelon as influenced by rootstock. *J. Agri. Sci.* 146: 695–704.
- Grandillo S., Ku H.M., Tanksley S.D. 1999b. Identifying the loci responsible for natural selection in fruit size and shape of tomato. *Theoretical and Applied Genetics* 99: 978-987.
- Grandillo S., Tanksley S.D. 1996. QTL analysis of horticultural traits differentiating the cultivated tomato from closely related species *Lycopersicon pimpinellifolium*. *Theoretical and Applied Genetics* 92: 935-951.
- Grandillo S., Zamir D., Tanksley S.D. (1999a). Genetic improvement of processing tomatoes: A 20 years perspective. *Euphytica* 110: 85-97.
- Hartmann H.T., Kester E.D., Davies T.F., Geneve R.L. 2002. Plant propagation: Principles and practices (7th ed.). Prentice-Hall, NJ., 880 pp.
- He Y., Zhu Z.J., Yang J., Ni X.L., Zhu B. 2009. Grafting increases the salt tolerance of tomato by improvement of photosynthesis and enhancement of antioxidant enzymes activity. *Environ. Exp. Bot.* 66: 270–278.
- Helyes L., Lugasi A., Pogonyi Á., Pék Z., 2009. Effect of *variety* and grafting on lycopene content of tomato (*Lycopersicon lycopersicum* L. Karsten) fruit. *Acta Alimentaria* 38 (1): 27-34.
- Hong M. S. 1710. *Forest Economics* 1: 207-211.
- Huang Y., Bie Z.L., He S.P., Hua B., Zhen A., Liu, Z.X. 2010. Improving cucumber tolerance to major nutrients induced salinity by grafting onto *Cucurbita ficifolia*. *Environ. Exp. Bot.* 69: 32–38.
- Huang Y., Bie Z.L., Liu Z.X., Zhen A., Wang W.J. 2009c. Exogenous proline increases the salt tolerance of cucumber by enhancing water status and peroxidase enzyme activity. *Soil Sci. Plant Nutr.* 55: 698–704.
- Huang Y., Tang R., Cao Q.L., Bie Z.L. 2009b. Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. *Sci. Hortic.* 122: 26–31.
- Huang Y., Zhu J., Zhen A., Chen L., Bie Z.L. 2009a. Organic and inorganic solutes accumulation in the leaves and roots of grafted and ungrafted cucumber plants in response to NaCl stress. *J. Food Agric. Environ.* 7: 703–708.
- Janick J. 1986. *Horticultural science*. 4th edition. W. H. Freeman and Co., New York. p. 339-346.
- Kacjan-Marsic N., Osvald J. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a plastic house. *Acta Agriculturae Slovenica*, 83(2): 243-249.
- Karaba A., Dixit S., Greco R., Aharoni A., Trijatmiko K.R., Marsch-Martinez N., Krishnan A., Nataraja K.N., Udayakumar M., Pereira A., 2007. Improvement of water use efficiency in rice by expression of HARDY, an Arabidopsis drought and salt tolerant gene. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 104: 15270-15275.
- Kaur C., George B., Deepa N., Singh B., Kapoor H.C. 2004. Antioxidant status of fresh and processed tomato - A review. *Journal of Food Science and Technology* 41: 479-486.
- Kerkides P., Olympios C., Phychoyou M., Lagoudaki A. 1997. The effect of saline irrigation water on crop growth and yield. *Proc. Int. Conf. on 'water management, salinity and pollution control towards sustainable irrigation in the Mediterranean region'*. Vol. IV, pp 1-17, MAI Bari, Italy.

- Khah E.M., Kakava E., Mavromatis A., Chachalis D., Goulas C. 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. J. A. H. 8(1): 3-7.
- Kim J.H. (ed). 1984. The history of horticulture development in Korea. Seoul Nat'l Univ. Press, Seoul, Korea. p 257-260.
- Lardizabal R.D., Thompson P.G. 1990. Growth regulators combined with grafting increase flower number and seed production in sweet potato. HortScience, 25: 79-81.
- Lee J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods, and benefits. HortScience 29 : 235-239.
- Lee J.M., Bae E.J., Lee C.W., Kwon S.S. 1999. Seedling growth and fruit set and quality of cucumber as affected by triazole chemicals. Acta Hort. 483: 125-132.
- Lee J.M., Oda M. 2003. Grafting of herbaceous vegetables and ornamental crops. Hort. Rev. 28: 62-124.
- Liu H.P., Dong B.H., Zhang Y.Y., Liu Z.P., Liu Y.L. 2004. Relationship between osmotic stress and the levels of free, conjugated and bound polyamines in leaves of wheat seedlings. Plant Sci. 166: 1261-1267.
- Liu Z.L., Zhu Y.L., Wei G.P., Yang L.F., Zhang G.W., Hu C.M. 2008a. Effects of NaCl stress on metabolism of polyamines and ABA content in leaves of grafted eggplants. Acta Ecol. Sin. 28: 1586-1592.
- Liu Z.L., Zhu Y.L., Wei G.P., Zhang G.W., Yang L.F., Hu C.M. 2008b. Metabolism of polyamines in roots of grafted eggplant seedlings with NaCl stress. Acta Bot. Boreal-Occident. Sin. 28: 523-528.
- López-Gómez E., San Juan M.A., Díaz-Vivancos P., Mataix Beneyto J., García-Legaz M.F., Hernández J.A. 2007. Effect of rootstocks grafting and boron on the antioxidant systems and salinity tolerance on loquat plants (*Eriobotrya japonica* Lindl.). Environ. Exp. Bot. 60: 151-158.
- Maas E.V. 1984. Salt tolerance of plants. In, B. R. Christie (ED). The Handbook of Plant Science in Agriculture. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 27-42.
- Mahjan S., Tuteja N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. Arch. Biochem. Biophys. 444: 139-158.
- Marsic N.K., Osvald J. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a plastic house. Acta Agriculturae Slovenica 83 (2): 243-249.
- Martinez V., Cerda A., Fernandez F. G., 1987. Salt tolerance of four tomato hybrids. Plant and Soil 97:233-242.
- Martinez-Rodriguez M.M., Estan M.T., Moyano E., Garcia-Abellan J.O., Flores F.B., Campos J.F., Al-Azzawi M.J., Flowers T.J., Bolarin M.C. 2008. The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an 'excluder' genotype is used as scion. Environ. Exp. Bot. 63: 392-401.
- Mass E.V., Hoffman G.J. 1977. Crop salt tolerance-Current assessment. J. Irrig. Drain. Div. ASCE 103: 115-134.
- Massai R., Remorini D., Tattini M. 2004. Gas exchange, water relations and osmotic adjustment in two scion/rootstock combinations of *Prunus* under various salinity concentrations. Plant & Soil 259: 153-162
- Matsuzoe N., Aida H., Hanada K., Ali M., Okubo H., Fujieda K. 1996. Fruit quality of tomato plants grafted on *Solanum* rootstocks. J. Jpn. Soc. Hortic. Sci. 65, 73-80.

- Matsuzoe N., Nakamura H., Okubo H., Fujieda K. 1993a. Growth and yield of tomato plants grafted on *Solanum* rootstocks (Abstract). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 61: 847-855.
- Mian I.H., Ali M., Akhter R. 1995. Grafting on *Solanum* rootstocks to control root-knot of tomato and bacterial wilt of eggplant. Bull. of the Inst. of Trop. Agric., Kyushu Univ. 18: 41-47.
- Miller J.C., Tanksley S.D. 1990. RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. *Theoretical and Applied Genetics* 80: 437-448.
- Mitchell J.P., Shennan C., Grattan S.R., May D.M. 1991. Tomato fruit yield and quality under water deficit and salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 215-221.
- Mizrahi Y. & Pasternak D. 1985. Effect of salinity on quality of various agricultural crops. Plant and soil 89: 301-307.
- Mizrahi Y. 1982. Effect of salinity on tomato fruit ripening. Plant Physiol. 69: 996-970.
- Moya J.L., Primo-Millo E., Talon M. 1999. Morphological factors determining salt tolerance in citrus seedlings: the shoot to root ratio modulates passive root uptake of chloride ions and their accumulation in leaves. Plant Cell Environ. 22: 1425-1433.
- Moya J.L., Tadeo F.R., Gomez-Cadenas A., Primo-Millo E., Talon M. 2002. Transmissible salt tolerance traits identified through reciprocal grafts between sensitive Carrizo and tolerant Cleopatra citrus genotypes. J. Plant Physiol. 159: 991-998.
- Munns R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist 167: 645-663.
- Munns R., Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59: 651-681.
- Moller I.S., Gilliam M., Jha D., Mayo G.M., Roy S.J., Coates J.C., Haseloff J., Tester M. 2009. Shoot Na⁺ exclusion and increased salinity tolerance engineered by cell type-specific alteration of Na⁺ transport in Arabidopsis. Plant Cell 21: 2163-2178.
- Najla S., Vercambre G., Pagès L., Grasselly D., Gautier H., Génard M. 2007. Effect of salinity on tomato plant architecture. ISHS Acta Horticulturae 801: International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management: Greensys.
- Nelson R.S., McCormick S.M., Delannay X., Dube P., Layton J., Anderson E.J., Kanieska M., Proksch R.K., Horsch R.B., Rogers S.G., Fraley R.T., Beachy R.N. 1988. Virus tolerance, plant growth and field performance of transgenic tomato plants expressing coat protein from tobacco mosaic virus. *Biotechnology* 6: 403-409.
- Neumann P., 1997. Salinity resistance and plant growth revised. Plant Cell Environ. 20: 1193-1198.
- Oda M. 1995. New grafting methods for fruit-bearing vegetables in Japan. Jarq 29: 187-194.
- Oda M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. Food & Fertilizer Technology Center, Extension bulletin 480, Taipei city, Republic of China on Taiwan.
- Oda M., Islam M., Ikeda H., Furukawa H. 2003. Initiation and development of flower trusses affected by acclimatizing temperature in grafted tomato plugs. Environ. Control in Biol., 41 (2): 133-139.

- Oda M., Nagata M., Tsuji K., Sasaki H. 1996. Effects of scarlet eggplant rootstock on growth, yield, and sugar content of grafted fruits. *J. Japan Soc. Hort.Sci.* 65: 531-536.
- Oda M., Okada K., Sasaki H. 2000. Effects of transplant container and *Solanum* rootstocks on the incidences of overgrowth and unmarketable fruits in tomato plants planted with plug seedlings. *Environ. Control in Biol.*, 38 (4): 273-280.
- Olympios C.M., Karapanos I.C., Lionoudakis K., Apidianakis I. 2003. The growth, yield and quality of greenhouse tomatoes in relation to salinity applied at different stages of plant growth. *ISHS Acta Horticulturae* 609: International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Saline Environment.
- Palada M.C., Wu D.L. 2007. Increasing off-season tomato production using grafting technology for peri-urban agriculture in southern Asia. *Acta Hort.* 742: 125-131.
- Papadaki A.M., Lagopodi A.L., Bletsos F.A. 2006. Effect that grafting of tomato onto commercial rootstocks has on the development of *Verticillium* wilt. *Twelfth Hellenic Phytopathological Congress, Phytopathol. Mediterr.* 45(2): 163–200.
- Papp C.P., Ball M.A., Terry N. 1983. A comparative study of the effect of NaCl salinity on respiration, photosynthesis and leaf expansion growth in *Beta vulgaris*. *Plant. Cell and Env.* 6: 675-677.
- Pardo J.M., Reddy M.P., Yang S. 1998. Stress signaling through Ca²⁺/calmodulindependent protein phosphatase calcineurin mediates salt adaptation in plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 95: 9681–9686.
- Passam H.C., Karapanos I.C., Bebeli P.J., Savvas D., 2007. A Review of Recent Research on Tomato Nutrition, Breeding and Post-Harvest Technology with Reference to Fruit Quality. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* 1(1): 1-21.
- Perez-Alfocea F., Estan M.T., Caro M., Bolarin M.C. 1993. Response of tomato cultivars to salinity. *Plant and Soil* 150: 203-211.
- Peterson D.G., Price H.J., Johnston J.S., Stack S.M. 1996. DNA content of heterochromatin and euchromatin in tomato (*Lycopersicon esculentum*) pachytene chromosomes. *Genome* 39: 77-82.
- Pogonyi A., Pek Z., Helyes L., Lugasi A., 2005. Effect of grafting on the tomato's yield, quality and main fruit components in spring forcing. *Acta alimentaria* 34 (4): 453-462.
- Proebsting W.M., Hedden P., Lewis M.J., Croker S.J., Proebsting L.N. 1992. Gibberellin concentration and transport in genetic lines of pea. *Plant Physiology* 100: 1354–1360.
- PSNCK. 1982. Forest Economics (Rev. Korean edition of original writings of m. S. Hong). Pros. Soc. National Culture of Korea.
- Ranieri A., Giuntini D., Lercari B., Soldatini G.F. 2004. Light influence on antioxidant properties of tomato fruits. *Progress in Nutrition* 6: 44-49.
- Rivard C.L. 2006. Grafting tomato to manage soil born diseases and improve yield in organic production system. MS Thesis, Raleigh, North Caroline University.
- Rivard C.L., Louws F.J. 2008. Grafting to manage soilborne diseases in heirloom tomato production. *Hortscience* 43: 2104–2111.
- Rivero R.M., Ruiz J.M., Sanchez E., Romero L. 2003. Does grafting provide tomato plants an advantage against H₂O₂ production under conditions of thermal shock? *Physiologia Plantarum* 117: 44–50.

- Romera F.J., Alcantara E., de la Guardia M.D. 1991. Characterization of the tolerance to iron chlorosis in different peach rootstocks grown in nutrient solution. *Plant and Soil* 130: 115–119.
- Romero L., Belakbir A., Ragala L., Ruiz J.M. 1997. Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Sci. Plant Nutr.* 43: 855–862.
- Romero–Aranda R., Soria T., Cuartero J. 2001. Tomato plant-water uptake and plant water relationships under saline growth conditions. *Plant Sci.* 160: 265–272.
- Ruiz J.M., Blasco B., Rivero R.M., Romero L. 2005. Nicotine-free and salt tolerant tobacco plants obtained by grafting to salinity-resistant rootstocks of tomato. *Physiol. Plant.* 124: 465–475.
- Rus A., Panoff M., Perez-Alfocea F., Bolarin M.C. 1999. NaCl responses in tomato calli and whole plants. *J. Plant Physiol.* 155: 727–733.
- Rus-Kortekaas W., Smulders M.J.M., Arens P., Vosman B. 1994. Direct comparison of levels of genetic variation in tomato detected by a GACA-containing microsatellite probe and by random amplified DNA. *Genome* 37:375–381.
- Santa-Cruz A., Martinez-Rodriguez M.M., Cuartero J., Bolarin M.C. 2001. Response of plant yield and ion contents to salinity in grafted tomato plants. *Acta Horticulturae* 559: 413–417.
- Santa-Cruz A., Martinez-Rodriguez M.M., Perez-Alfocea F., Romero-Aranda R., Bolarin M.C. 2002. The rootstock effect on the tomato salinity response depends on the shoot genotype. *Plant Science* 162: 825–831.
- Saranga Y., Samir D., Marani A., Rudich J. 1991. Breeding tomatoes for salt tolerance: field evaluation of *Lycopersicon* germplasm for and dry matter production. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 1067–1071.
- Savvas D., Colla G., Roupheal Y., Schwarz D. 2010. Amelioration of heavy metal and nutrient stress in fruit vegetables by grafting. *Sci. Hortic.* 127: 156–161.
- Scheffer R.P. 1957. Grafting experiments with *Fusarium* wilt resistant and susceptible tomato plants. *Phytopathology* 47, 30(Abtract).
- Shah D., Horsch R., Klee H., Kishore G., Winter J., Turner N., Hironaka C., Sanders P., Gasser C., Aykent S., Siegel N., Rogers S., Fraley R. 1986. Engineering herbicide tolerance in transgenic plants. *Science* 233: 478–481.
- Shannon M.C., Gronwald J.W., Tal M. 1987. Effects of salinity on growth and accumulation of organic and inorganic ions on cultivated and wild tomato species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(3): 416–423.
- Sharaf A.R., Hobson G.E. 1986. Effect of salinity on the yield and quality of normal and non ripening mutant tomatoes. *Acta Hort.* 190: 175–181.
- Shaterian J., Georges F., Hussain A., Waterer D., De Jong H., Tanino K.K. 2005. Root to shoot communication and abscisic acid in calreticulin (CR) gene expression and salt-stress tolerance in grafted diploid potato (*Solanum* sp.) clones. *Environ. Exp. Bot.* 53: 323–332.
- Soria T., Cuartero J. 1977. Tomato fruit yield and water consumption with salty irrigation water. *Acta hort.* 458: 215–219.
- Szabolcs I. 1994. Soil salinization. In: Pessarakli, M. (Ed.), *Handbook of Plant Crop Stress*. Marcel Dekker, New York, pp. 3–11.
- Tai S.F., Huang H.Y., Sung Y., Tseng M.J., Chang W.N. 2005. Growth dynamic of grafted tomato plants using different eggplant rootstocks. *Research Bulletin of KDARES* 16 (3): 71 (Abstract).
- Tanksley S.D., Young N.D., Paterson A.H., Bonierbale M.W. 1989. RFLP mapping in plant breeding: new tools for an old science. *BioTechnology* 7: 257–264.

- Tejera N.A., Soussi M., Lluch C. 2006. Physiological and nutritional indicators of tolerance to salinity in chickpea plants growing under symbiotic conditions. *Environ. Exp. Bot.* 58: 17-24.
- Tester M., Davenport R.J. 2003. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Ann. Bot.* 91: 503–527.
- Traka-Mavrona E., Koutsika-Sotiriou M., Pritsa T. 2000. Response of squash (*Cucurbita spp.*) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). *Scientia Horticulturae*, 83: 353-362.
- Turhan A., Seniz V., Kuscü H. 2009. Genotypic variation in the response of tomato to salinity. *African Journal of Biotechnology* 8(6): 1062-1068.
- Uygur V., Yetisir H. 2009. Effects of rootstocks on some growth parameters, phosphorous and nitrogen uptake by watermelon under salt stress. *J. Plant Nutr.* 32: 629–643.
- Varlagas H., Savvas D., Mouzakis G., Liotsos C., Karapanos I., Sigrimis N. 2010. Modelling uptake of Na⁺ and Cl[–] by tomato in closed-cycle cultivation systems as influenced by irrigation water salinity. *Agric. Water Manage.* 97: 1242–1250
- Wang W., Vinocur B., Altman A. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperature towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta* 218: 1–14.
- Wei G.P., Zhu Y.L., Liu Z.L., Yang L.F., Zhang G.W. 2007. Growth and ionic distribution of grafted eggplant seedlings with NaCl stress. *Acta Bot. Boreal-Occident. Sin.* 27: 1172–1178.
- Xu H.L., Gauthier L., Gosselin A. 1994. Photosynthetic responses of greenhouse tomato plants to high solution electrical conductivity and low soil water content, *L. Hort. Sci.* 69: 821-832.
- Yamakawa K. 1982. Grafting. In: S. Nishi (ed), *Handbook of vegetable production*. Yokendo, Tokyo, pp 141-153.
- Yetisir H., Uygur V. 2010. Responses of grafted watermelon onto different gourd species to salinity stress. *J. Plant Nutr.* 33: 315–327.
- Zhang G.W., Zhu Y.L., Yang L.F., Liu Z.L., Hu C.M. 2007. Effects of NaCl stress on contents of polyamines in roots of grafted tomato seedlings. *Acta Hortic. Sin.* 34: 1011–1014.
- Zhen A., Bie Z.L., Huang Y., Liu Z.X., Li Q. 2010. Effects of scion and rootstock genotypes on the antioxidant defense systems of grafted cucumber seedlings under NaCl stress. *Soil Sci. Plant Nutr.* 56: 263–271.
- Zhu J., Bie Z.L., Huang Y., Han X.Y. 2008a. Effect of grafting on the growth and ion contents of cucumber seedlings under NaCl stress. *Soil Sci. Plant Nutr.* 54: 895–902.
- Zhu J.K. 2001a. Plant salt stress. *Trends Plant Sci.* 6: 66–71.
- Zhu J.K. 2001b. Plant salt stress. In: *Encyclopedia of life sciences*, doi:10.1002/9780470015902.a0001300.pub2.
- Zhu S.N., Guo S.R., Zhang G.H., Li J. 2008b. Activities of antioxidant enzymes and photosynthetic characteristics in grafted watermelon seedlings under NaCl stress. *Acta Bot. Boreal-Occident. Sin.* 28: 2285–2291.
- Zijlstra, S., Groot S.P.C., Jansen J. 1994. Genotypic variation of rootstocks for growth and production in cucumber; possibilities for improving the root system by plant breeding. *Sci. Hortic.* 56: 185–196.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

http://database.food.sugiyama-u.ac.jp/index_asia.php, Food composition database of Sugiyama University, Japan 2004.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ



Καλλιέργεια θερμοκηπίου



Καλλιέργεια υπαίθρου



Δεξαμενή συλλογής του νερού της γεώτρησης του αγροκτήματος



Δεξαμενές παρασκευής των αλατούχων διαλυμάτων νερού